<36635301210015

Geognostische Beschreibung

der Umgegend

von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alpe

in

Süd-Tyrol

von

Ferdinand Freiherrn von Richthofen.

Mit einer geognostischen Karte und vier Profiltafeln.

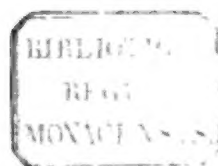
Gotha,
Verlag von Justus Perthes.
1860.

Herrn

Wilhelm Haidinger

in Hochachtung und Dankbarkeit

der Verfasser.



Vorwort.

Wenn ich es wage, mit den Ergebnissen einer ersten geognostischen Studienreise, welche ich nach beendigter Universitätszeit im Sommer des Jahres 1856 ausführte, in die Oeffentlichkeit zu treten, so muss ich zugleich einige Nachsicht für die Mängel in Anspruch nehmen, welche ein so schwieriges Erstlingswerk an sich tragen muss. Man pflegt in den ersten Wochen einer geognostischen Forschungsreise in einer neubetretenen Gegend Vielerlei zu übersehen, was sich nachher als das Wichtigste herausstellt, und in demselben Verhältniss lässt man leicht bei einer ersten Studienreise, wo man durch die Neuheit der Arbeit, die unsichere Auffassung und die Schwierigkeit, zur Klarheit zu gelangen, befangen ist, ganze Beobachtungssphären unbeachtet, und oft gerade die, welche die interessantesten wissenschaftlichen Ergebnisse hätten herbeiführen können. In Süd-Tyrol überdies, wo auf kleinem Raum eine Manchfaltigkeit geologischer Erscheinungen zusammengedrängt ist, wie man sie sonst nur auf weite Länderstrecken verbreitet findet, und wo jeder Fels Stoff zur Lösung wichtiger geologischer Probleme bietet, häufen sich die Schwierigkeiten doppelt. Ich bin mir der daraus entstandenen Mängel auf jeder Seite dieser Arbeit bewusst geworden und sie mussten mir um so fühlbarer werden, als mir in den nächsten drei Jahren durch die Bereisung von Nord-Tyrol, Vorarlberg, dem nordöstlichen Ober-Ungarn und Siebenbürgen Gelegenheit geboten war, meine geologischen Anschauungen zu erweitern. Viele Ergebnisse erhielten dadurch eine wesentliche Umgestaltung.

Sollte es mir dennoch gelungen sein, die Lösung einiger der Fragen, welche sich an das südöstliche Tyrol knüpfen, angebahnt, einige vielleicht zu einer endgiltigen Lösung gebracht und sie von einem neueren Standpunkt der Kenntniss der Alpen behandelt zu haben, als dies in der überaus zahlreichen früheren Literatur geschehen ist, so verdanke ich dies wesentlich der freundlichen und zuvorkommenden Unterstützung, welche mir von vielen Seiten zu Theil wurde. Als ich mich auf der Reise nach Tyrol in Wien aufhielt, wurden mir von Seiten der k. k. geologischen Reichsanstalt nicht nur die ausgedehnten Sammlungen derselben behufs der Vorbereitung mit grösster Bereitwilligkeit geöffnet, sondern mir auch die bei den geognostischen Special-Aufnahmen der Anstalt in Anwendung kommenden Copien der grossen Aufnahmskarten des k. k. General-quartiermeisterstabes (im Massstab von 400 Klafter auf einen Zoll oder 1 : 28,800) für die Begehung und Colorirung zur Verfügung gestellt. Ich bin dafür dem Director der geologischen Reichsanstalt, Herrn k. k. Hofrath **Haidinger,** sowie den Herren Bergräthen Franz Ritter **v. Hauer** und **Foetterle** zum aufrichtigsten Dank verpflichtet. Ebenso spreche ich meinen besonderen Dank dem k. k. Hofmineraliencabinet aus, welches mir, damals noch unter der Direction von Herrn Paul **Partsch,** seine reichhaltige Bibliothek zu Gebote stellte und dadurch die vollständige Kenntniss der Literatur möglich machte. Nach meiner Rückkehr aus Süd-Tyrol hatte ich das Glück, selbst in den engeren Verband der k. k. geologischen Reichsanstalt aufgenommen zu werden, und mein bleibender Aufenthalt in Wien, sowie die nachfolgenden Reisen boten mir Gelegenheit, das gesammelte Material den neuesten Forschungen über die Geologie der Alpen entsprechend zu bearbeiten.

Es sei mir gestattet, in einem Augenblick, da ich zur Erforschung fremder Welttheile das grossartige Institut auf eine Reihe von Jahren verlasse, demselben meinen Dank für die liberale, dem Geist seines grossen Stifters und Leiters entsprechende Weise zu sagen, mit der man meine Thätigkeit förderte, und für die Anerkennung, welche man den geringen Resultaten derselben zu Theil werden liess.

Die Anordnung des Stoffes in der vorliegenden Arbeit möge sich selbst rechtfertigen. Die Methode darf wol überhaupt als das Schwerste bei geognostischen Beschreibungen

angesehen werden; die Schwierigkeiten mehren sich mit der Vielgestaltigkeit des Gebirgsbaues und sie wachsen doppelt an, wenn die Bearbeitung den grössten Theil der vorhandenen Literatur überflüssig machen soll. Für Süd-Tyrol schienen die manchfaltigen und verwickelten Verhältnisse mehr als bei einem andern Lande die Trennung der allgemeinen Resultate (III. und V. Abtheilung) von der Specialbeschreibung (IV. Abtheilung) zu erfordern, da letztere nur das rohe Beobachtungsmaterial enthält, welches zwar das eigentlich Bleibende ist, aber doch von jedem Zeitalter mit anderen Augen angesehen wird und als das letzte Fundament nur für den Reisenden Interesse hat, welcher selbst die Gegend besucht und die Thatsachen zu einem neuen, dem neueren Standpunkt entsprechenden Bau zusammenstellt. — Für die Gliederung der Sedimentgebilde musste eine Anzahl neuer Schichtenbenennungen eingeführt werden, von denen einige wol örtliche Bedeutung behalten werden, während die meisten solche Schichtgebilde betreffen, welche als bestimmt charakterisirte Formationsglieder in den gesammten Süd-Alpen verbreitet sind. Es sind in neuester Zeit häufig Einwände gegen derartige Einführung neuer Benennungen für Glieder von älteren Formationen erhoben worden; allein sie dürfte wol gerechtfertigt sein, wenn, wie in Süd-Tyrol, eine vollkommene Aequivalenzstellung mit bekannten Schichtgebilden selten stattfindet. Was man in den Nord-Alpen mit den Namen: „Werfener Schichten", „Guttensteiner Kalk", „Hallstätter Kalk" u. s. w. bezeichnet, existirt in den Süd-Alpen nicht in gleicher Weise und ist ganz besonders auf den vulcanischen District des südöstlichen Tyrols nicht anwendbar. Der örtlichen Bedeutung der Benennungen entsprechend schien es geeignet, dieselben von den Namen solcher Oerter herzuleiten, wo sie besonders charakteristisch entwickelt sind, wie dies auch bisher bei der Geologie der Alpen üblich war. — Hinsichtlich der Eruptivgesteine konnte ich zum Theil auf früher von mir erschienene Arbeiten verweisen; die Hauptresultate sind hier wiederholt.

Der fünfte Abschnitt, welcher über die geologische Entwickelungsgeschichte handelt, konnte nicht mehr gleichmässig mit den vorhergehenden bearbeitet werden, da die Nothwendigkeit der Vollendung vor dem Antritt einer neuen geognostischen Aufnahmsreise

einen schnellen Abschluss erforderlich machte; mehrere wichtige Momente mussten daher unberücksichtigt bleiben. Aus demselben Grunde musste in vielen Theilen eine sorgfältigere Durcharbeitung unterbleiben.

Schliesslich muss ich meinen besonderen Dank den Leitern der altbewährten geographischen Anstalt sagen, welche den Verlag dieser Arbeit übernommen hat. Die hohe technische Vollendung in der Ausführung des Stiches und Farbendruckes bei Karte und Profilen war wol in dem vortrefflichen Institut kaum anders zu erwarten. Ganz besonders aber glaube ich die Sorgfalt hervorheben zu müssen, mit der die Correctur des Textes, welche gar nicht durch meine Hand ging, besorgt worden ist.

Ich würde mich glücklich schätzen, wenn es mir gelungen sein sollte, mit der vorliegenden Arbeit die Kenntnisse und Anschauungen von der Geologie der Alpen wirklich bereichert zu haben und die Aufmerksamkeit aufs Neue einer Gegend zuzuwenden, welche mehr als die meisten uns nahe liegenden Länder ein unerschöpflicher Born der Forschung ist und bei jedem Schritt überreiches Material für die weittragendsten Untersuchungen bietet. Nur wenn sich viele Kräfte der Lösung der Aufgabe zuwenden und die hier niedergelegten Deutungen vielfach ergänzt, berichtigt und widerlegt werden, wird es möglich sein, über diesen wichtigsten Theil unserer Alpen nach allen Richtungen einen klaren Ueberblick zu erhalten.

Berlin, im Januar 1860.

Der Verfasser.

Inhalt.

I. Einleitung.

Der Charakter der nördlichen und südlichen Kalk-Alpen ist ein wesentlich verschiedener. Im Norden des Centralzuges ist er bedingt durch ein System weithin sich ziehender Parallelketten, welche im Allgemeinen der Hauptrichtung der Alpen folgen und in vielfachem Wechsel in einander greifen. Sie erstrecken sich mit wenig verändertem Schichtenbau vom Rhein bis zu dem grossen Abbruch der Kalk-Alpen bei Wien und wiederholen sich von der Nordgrenze der krystallinischen Schiefer fort und fort bis zum Donauthal. Wo dann die Centralkette sich nordöstlich wendet, um in den Karpathen fortzusetzen und in den Gebirgen der Marmaros, der Bukowina und der Moldau ihr Ende zu erreichen, lassen sich auch jene parallelen Höhenzüge als stete Begleiter längs der Nordgrenze verfolgen. Süd-Tyrol kennt diese Parallelzüge nicht. Geschlossene Plateaux und Central-Erhebungen walten vor und schaffen mehr individualisirte, durch ihren eigenthümlichen Bau charakterisirte Gebirgsgruppen. Dieser Grundtypus in der Oberflächengestaltung und im innern Gebirgsbau herrscht längs dem gesammten Südrande der Alpen, von Corsica und den Meer-Alpen bis zu den Kalkgebirgen der südlichen Steiermark und von hier aus weiter gegen die südlichen Abfälle der Karpathen. In den weiten, durch ihren scheinbar gesetzlosen Bau ausgezeichneten Landstrichen des nordwestlichen Ungarns wiederholt sich dieser Charakter in besonders deutlichen Zügen. In keinem Theil aber ist er in so auffallendem Grade entwickelt als am Luganer See und in der Gegend zwischen der Cima d'Asta und der krystallinischen Centralkette in Süd-Tyrol. In geringer Erstreckung ist auch in den Süd-Alpen ein Parallelismus der Gebirgsglieder oft nicht zu verkennen, aber ohne der Individualisirung Eintrag zu thun; denn fast stets bleibt der Parallelismus ein selbstständiger, von der Richtung der Centralkette unabhängiger. Ruhig und nur durch säculare Hebungen bewegt lagerten sich bis in späte Perioden die Gesteine der nördlichen Kalk-Alpen ab. Daher die regelmässige Anordnung in parallele Zonen und die gleichmässig sich wiederholenden welligen Faltungen; nur die Modificationen in der Intensität der Hebungen und Senkungen vermochten einen allmäligen Wechsel hervorzubringen. Ueberaus vereinzelt erscheint die Spur eines eruptiven Gesteins. Südlich von der Centralkette traten Eruptivgesteine in verschiedenen Perioden an die Oberfläche, oft so massenhaft, dass sie sich zu weiten Plateaux ausbreiteten, und stets mächtig eingreifend in die geologische Geschichte des Landes und die Gestaltung seiner Oberfläche. Oertlich beschränkt wie die Eruptionen waren die ihnen verbundenen plötzlichen Hebungen oder Senkungen, welche die säcularen Oscillationen des Continents der Alpen unterbrachen und Dislocationen der allmäligen Niederschläge hervorbrachten. Daher hier der Mangel jener regelmässigen Thalsysteme, wie sie im Norden im Inn, der Salzach, der Enns und den unzähligen Längs- und Querthälern in so auffallendem Massstab ausgebildet sind und auch noch am Südabfall der Centralkette, soweit sie im Gebiet der krystallinischen Schiefer liegen, im Pusterthal, Gailthal, Möllthal und im obern Etschthal auftreten. Daher jenes anscheinend gesetzlose Durcheinandergreifen aller einzelnen Momente, welche die Bodengestaltung bedingen.

Alle diese Erscheinungen scheinen in innigem, wenngleich noch nicht ganz erklärbarem Zusammenhang mit dem Verlauf der wichtigsten geognostischen Grenzlinie in den Alpen, der Scheidungslinie zwischen krystallinischen Schiefern und Sedimentgebilden, zu stehen. In den Nord-Alpen hat dieselbe vom Rhein gegen Osten einen beinahe gradlinigen Verlauf und ist meist durch flache Thalsenkungen angedeutet, denen die Flüsse oft in weiter Erstreckung folgen, um dann die nördlich anliegenden Parallelketten senkrecht zu durchbrechen. Parallel dieser wichtigsten Scheidelinie folgen dann weiter die Grenzen der einzelnen Zonen, in denen zugleich eine Entwickelung von Osten nach Westen stattfindet, indem dort die ältesten, hier die jüngeren Formationen an Masse und Schichtenentwickelung vorwalten. Nur an wenigen Stellen ist das System dieser parallelen Zonen durch Bruchlinien senkrecht gegen die Streichungsrichtung verworfen. Die erste und wichtigste Verwerfung ist am Rhein, wo die Trias-Lias-Gebilde plötzlich verschwinden und jüngeren Formationen Platz machen. Ihre fortlaufende bedeutende Entwickelung in den Alpen Nord-Tyrols, welche bis in das Fürstenthum Liechtenstein anhält, macht es ebenso wie das sporadische Wiederauftauchen der verschwundenen Formationsglieder in der Schweiz wahrscheinlich, dass der westlich der Bruchlinie gelegene Theil der Trias-Lias-Gebilde eine Senkung von mehreren tausend Fuss erfahren hat. Verfolgt man die Kalk-Alpen in ihrem Verlauf vom Rheinthal bis Wien, so begegnet man noch einigen kleineren Bruchlinien, welche meist das Zonensystem nur unbedeutend verrücken. Erst bei Wien folgt ein Abbruch [1]), der dem des Rheinthales an Bedeutung gleichkommt. Hier ist der östlich von der Spalte gelegene Theil versenkt, so dass die Kalk-Alpen verschwinden und die Centralkette nur in einzelnen Berggruppen aus dem Meer der Tertiärablagerungen hervorragt. Am Nordrand der Karpathen kennt man noch keine derartigen Erscheinungen. So wichtig auch die Rolle dieser grossartigen Verwerfungen für den Bau der nördlichen Kalk-Alpen ist, vermögen dieselben doch nur einige Modificationen im Gesammtbau hervorzubringen und thun dem Gesetz des Parallelismus der Gebirgsglieder keinen Eintrag. Insbesondere stehen sie in gar keiner Beziehung zu irgendwelchem Empordringen von Eruptivgesteinen; vielmehr scheinen die sparsamen Vertreter der letzteren einigen welligen Aufbiegungen zu folgen, welche der Streichrichtung der allgemeinen Grenzlinie parallel sind.

Einen weit verschiedenen Verlauf nimmt die Scheidungslinie zwischen krystallinischen Schiefern und Kalk-Alpen im Süden. Sie tritt von Westen her an das Südende des Lago Maggiore und verlässt das langgezogene Becken drei Meilen weiter nördlich in dessen mittlerem Theil. In beinahe gradlinigem westöstlichen Verlauf tritt sie nach dieser ersten bedeutenden Verwerfung 24 Meilen weiter östlich an den grossen Gebirgsknoten des Monte Adamello. Sie umzieht den nach Süden gerichteten Vorsprung, der noch im Monte Muffetto einen letzten Ausläufer hat, und nun beginnt die merkwürdigste Formationsgrenze in den Alpen. In nordnordöstlicher Richtung wendet sich die Scheide zwischen krystallinischen Schiefern und Triasformation in vollkommen grader, scharf markirter Linie den Central-Alpen zu und räumt dadurch den Sedimentgebilden das ganze südliche Tyrol ein. In ihrem Verlauf von Storo bis Meran verwirft sie die Grenze zwischen krystallinischen Schiefern und Sedimentgebilden um mehr als zehn Meilen gegen Norden. Von Meran aus wendet sie sich wieder nach Osten und so ist hier ein zweiter, weitgeöffneter, einspringender Winkel gebildet, dessen einer Schenkel der Streichrichtung der Zillerthaler Alpen parallel ist, während der andere eine schief dagegen gerichtete Bruchlinie bezeichnet. In dem Verwerfungswinkel erhebt sich mitten aus den

[1]) Zuerst von Prof. E. Suess in der Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien vom 11. Januar 1859 in seiner Bedeutung für den Bau der Alpen hervorgehoben.

Sedimentärgebilden noch eine grosse Insel von krystallinischen Schiefern, aus denen der Granitstock der Cima d'Asta hoch aufragt. Sie ist nur eine Wiederholung des Vorsprungs des Monte Adamello und zeigt an, dass trotz des Abbruchs zwischen Storo und Meran die krystallinischen Gebilde in der Tiefe als das Liegendste fortsetzen. Verfolgt man von Meran die Nordgrenze der ältesten aufgelagerten Sedimentärgebilde weiter, so befolgt sie wiederum mit sehr geringem Abweichen eine genau westöstliche Richtung über den Dreifingerspitz, die Plose, Innichen und dem Drauthal entlang über Lienz nach Greiffenburg, Villach und Klagenfurt. In dieser Gegend beginnt die in ihren Gesetzen noch wenig studirte Theilung der krystallinischen Centralkette in zwei Zweige, deren einer sich nach Südost wendet und dem Parallelismus von Italien, dem Adriatischen Meer und den Gebirgszügen von Istrien und Dalmatien folgt, während der andere nach Nordost gerichtet ist und in den Karpathen fortsetzt. Verfolgt man die Südgrenze dieses letzteren, so wiederholt sich zum dritten Mal und jetzt in noch grösserem Massstab dieselbe Erscheinung einer Verwerfung nach Norden. Die tiefe Versenkung des krystallinischen Gebirges und das nur stellenweise bedeutendere Emportauchen desselben aus den jüngeren Sedimentgebilden erlaubt zwar hier nicht jene scharfe Beobachtung, wie sie in den Lombardischen und Tyroler Alpen möglich ist. Aber die ganze Art der Verbreitung und der Streichrichtung der zu Tage kommenden Formationen führt zu dem Schluss, dass hier in gleicher Weise der Südrand des Gebirges einen weitgeöffneten Winkel bildet, dessen einer Schenkel dem Hauptstreichen des Gebirges parallel ist, während der andere in schiefer Richtung herantritt. Allein wie in Süd-Tyrol innerhalb des einen Verwerfungswinkels unserer Grenzlinie die Cima d'Asta sich erhebt, so ziehen hier mehrere Ketten von krystallinischem Gebirge im Innern des Winkels bald dem einen, bald dem andern Schenkel parallel, bald interferiren beide Richtungen und bilden mächtige Knotenpunkte. Verfolgt man die Karpathen weiter nach Osten, so kommt man noch zu Einer scharf markirten Bruchlinie; es ist dies die Bruchlinie von Kaschau [1]), bezeichnet durch das Thal der Tarcza und Hernad. Die krystallinischen Schiefer von Gömör und Zipsen treten in langen Zügen heran und sind schroff abgeschnitten, dagegen beginnt weiter nördlich ein einheitlicher Rücken der Karpathen, der aus Karpathen-Sandstein besteht und im weitern Verlauf gegen Südost das krystallinische Gebirge wieder zum Vorschein kommen lässt. Man darf daraus schliessen, dass hier abermals durch eine schief gegen die Streichungsrichtung des Gebirges gerichtete Verwerfungsspalte ein einspringender Winkel in der Südgrenze der krystallinischen Schiefer gebildet wird [2]).

Ist dieser treppenförmige Verlauf, durch welchen die südliche Grenzscheide zwischen krystallinischen Schiefern und den ältesten aufgelagerten Sedimentgebilden trotz ihrer im Allgemeinen westöstlich bleibenden Richtung mehr und mehr nach Norden verworfen wird, in hohem Grade charakteristisch und unterscheidend von der analogen Linie in den Nord-Alpen, so kommt hierzu noch der merkwürdige Umstand, dass die vier beschriebenen einspringenden Winkel der Hauptsitz und fast alleinige Schauplatz der eruptiven Thätigkeit in den Alpen und Karpathen sind, natürlich nach Beendigung der Ablagerung der krystallinischen Schiefer. In den ersten derselben fällt die Umgebung des Luganer See's, ein längst bekannt gewordener Schauplatz intensiver eruptiver Thätigkeit; in den zweiten die Umgebung von Sanct Cassian, Predazzo und der Seisser Alp, das reichste und complicirteste Eruptionsgebiet in den Alpen. Ihm gehören auch die nach Ablagerung des Thonglimmerschiefers emporgedrungenen hornblendereichen Granitite der Cima d'Asta, des Adamello und der Gebirge von Brixen an. Vielleicht

[1]) Zuerst angedeutet von Herrn v. Hauer im Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. X. (1859), Verhandlungen S. 21.

[2]) Die angedeuteten Verhältnisse im Gebirgsbau der Karpathen sind durch die diesjährigen (1858) Aufnahmen des nördlichen Ungarns durch die k. k. geologische Reichsanstalt klar geworden.

haben diese Vorgänger jeder späteren eruptiven Thätigkeit die eigenthümliche Gestalt des Eruptionsgebietes veranlasst. Auch die Trachytporphyre, Trachyte und Basalte des Vicentinischen sind dem Eruptionsgebiete von Süd-Tyrol zuzurechnen. Von hier gegen Osten, wo die Grenzlinie der krystallinischen Schiefer stetig und ohne bedeutende Störung verläuft, erscheint auch nur noch höchst sporadisch die Spur eines Eruptivgesteins. Erst in dem dritten Verwerfungswinkel, im nordwestlichen Ungarn, begegnen wir wiederum einem Schauplatz der intensivsten und ausgebreitetsten eruptiven Thätigkeit. Von den granitischen Gesteinen durch die porphyrischen bis zu den jüngsten Basalten und Trachyten ist hier Alles in reichster Fülle und Manchfaltigkeit vertreten. Die Melaphyre von Süd-Tyrol wiederholen hier ihre Ausbrüche in derselben Periode; aber die Eruptivgesteine der Tertiärperiode walten an Masse und Ausbreitung bedeutend vor; sie sind zugleich am wenigsten an bestimmte Grenzen gebunden und treten weithin in dem inneren Raum des stumpfen Winkels auf. Sehr auffallend ist der Zusammenhang zwischen den Ausbrüchen von Eruptivgesteinen und der vierten Verwerfung des Gebirges längs der Bruchlinie von Kaschau, wo der östliche Theil hinabgesunken ist. Diese Linie hat eine nordsüdliche Richtung, während das Gebirge nach Stunde $^{20}/_{21}$ streicht. Genau parallel der Bruchlinie und ihr unmittelbar zur Seite streicht der Eperies-Tokayer, parallel der Hauptrichtung des Gebirges als südlicher Begleiter der Vihorlat-Gutin-Trachytzug. So lässt sich zwischen den einer frühen Periode angehörenden Haupt-Verwerfungen und der eruptiven Thätigkeit in den Alpen und Karpathen ein inniger Zusammenhang bis in die spätesten Zeiten erkennen. Er zeigt, welch bedeutende verticale Ausdehnung die Verwerfungsspalten haben müssen, da sie sich den plutonischen Kräften als der Weg des geringsten Widerstandes zur Empordrängung der feurigflüssigen Massen darboten.

Es gliedern sich dadurch zwischen dem Lago Maggiore und den Gebirgen der Marmaros vier Eruptionsgebiete, welche nach deutlichen Gesetzen an der Südseite des krystallinischen Centralgebirges angeordnet sind. Es lässt sich erwarten, dass mit diesem äusseren auch ein tieferer innerer Zusammenhang der vier Eruptionsgebiete verbunden ist. Es wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit unsere Aufgabe sein, diese Analogien nachzuweisen. Ungleich auffallender aber als ihre Analogien sind ihre Verschiedenheiten. Sie sind das wesentlich gestaltende Moment im Gebirgsbau der Süd-Alpen und bedingen jene Individualisirung, welche die südlichen von den nördlichen Kalk-Alpen unterscheidet. Sie ist allemal am auffallendsten in der Nähe der Heerde der eruptiven Thätigkeit entwickelt, also im Innern der angeführten Verwerfungswinkel des krystallinischen Gebirges. Von jeder dieser Stellen gegen Osten nimmt der Charakter der Individualisirung mehr und mehr ab, es stellen sich einzelne Parallelzüge ein und es entsteht eine Anordnung, welche an die der nördlichen Kalk-Alpen erinnert, aber nie derselben an Vollkommenheit gleichkommt. In den Karpathen kann man dies wenig beobachten, da dort das ältere Gebirge grösstentheils von Gebilden jüngerer Formationen bedeckt ist.

In keinem Theil der Süd-Alpen sind die genannten charakteristischen Merkmale in höherem Grade entwickelt, als in der Umgegend von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alp. Sie ist in der That ein durch vielfache eigenthümliche Bildungsverhältnisse durchaus individualisirtes Gebiet und vereinigt auf kleinem Raum fast alle geologischen Momente, welche die gesammten Süd-Alpen charakterisiren. Darum konnte sie **L. v. Buch** mit Recht als „den Schlüssel zur geologischen Kenntniss der Alpen" bezeichnen, ein Ausspruch, welcher nach den Resultaten neuerer Forschung allerdings nur für die Süd-Alpen Geltung hat. Darum auch bildete jene Gegend stets das gesuchteste Ziel geognostischer Alpenreisen und wurde ein Brennpunkt geologischer Forschung und ein Schauplatz der fruchtbringendsten Kämpfe auf dem Gebiete der geologischen Wissenschaft.

Ehe wir auf die specielle Darstellung der äusseren und inneren Gestaltung des in Rede stehenden

Gebirgslandes eingehen, versuchen wir es, dasselbe noch bestimmter nach allen Richtungen abzugrenzen und durch eine Skizze seiner geognostischen Verhältnisse seine Rolle als Glied eines grösseren Gebirgssystems schärfer zu zeichnen.

Das südliche Tyrol wird vom Flussgebiet der Etsch gebildet, welche alle aus dem Centralgebirge zwischen der Malser Haide und dem Krimler Tauern südlich entspringenden Gewässer in sich vereinigt und die Kalk-Alpen quer durchströmt, bis sie bei Verona die Ebene erreicht. Die politische Grenze reicht fast allseitig über die Wasserscheiden in die benachbarten Flussgebiete hinüber und bringt die Quellgebiete des Mincio, der Brenta, Piave und Drau noch in den Bereich von Süd-Tyrol. Der hier in Betracht kommende Theil ist das östliche Flussgebiet der Etsch, soweit es ausser dem Bereich der krystallinischen Schiefer liegt, und da die politischen Grenzen bei der geognostischen Aufnahme bestimmend waren, so fällt auch ein Theil der Quellgebiete der Brenta und Piave in unser Gebiet. Ausser der Etsch und Eisack, den grossen Lebensadern von Süd-Tyrol, durchströmen hauptsächlich drei ihrer Zuflüsse in verschiedenen Richtungen das Gebiet. Sie entspringen gemeinsam am Pordoi-Gebirge; der Gaderbach (mit Sanct Cassian) wendet sich nach Norden, bildet das Thal Enneberg und seine Wasser erreichen durch die doppelte Vermittlung der vom Krimler Tauern herabkommenden Rienz und der am Brennerpass entspringenden Eisack bei Botzen die Etsch; der Grödner Bach, der seinen südlichen Zufluss von der Seisser Alp erhält, fliesst nach Westen und erreicht ebenfalls zunächst die Eisack. Der Avisio endlich wendet sich vom Pordoi-Gebirge nach Südwest, bildet die drei Thalstrecken: Fassa (mit dem Monzoni), Fleims (mit Predazzo) und Cembra oder das Zimberthal. Er mündet bei Lavis in die Etsch. Ein viertes Thal, welches der Piave angehört, entspringt ebenfalls am Pordoi und wendet sich nach Südosten; es ist das Thal Livinallongo mit dem kleineren Seitenthal Buchenstein. Das Pordoigebirge bildet so als vierfache Wasserscheide einen wichtigen Knotenpunkt für die physikalisch-geographischen Verhältnisse unseres Gebietes. Eine gleiche Wichtigkeit hat es in ethnographischer Beziehung, indem sich um seinen Fuss das durch Sprache und Sitten sehr eigenthümliche kleine Völkchen der Badioten lagert, welches die Quellgebiete jener vier Flüsse bewohnt.

Weiterhin ist die Oberflächengestaltung äusserst complicirt und dies hat seinen Grund in der verwickelten inneren Structur. Wir entwerfen, ehe wir zur ausführlicheren Darstellung übergehen, in flüchtigen Umrissen ein Bild von der geognostischen Gestaltung. — Die Grundlage wird von krystallinischen Schiefern gebildet, welche im Norden noch unbedeckt grössere Flächen einnehmen und im Süden als ein Vorgebirge des Granitstocks der Cima d'Asta sich inselförmig aus den Sedimenten erheben. Ohne Zwischenbildungen folgt unmittelbar Trias; alle ältern Formationen bleiben im Osten; das System der Gailthaler Schichten, unter denen man Aequivalente des Bergkalkes mit Sicherheit nachgewiesen hat, reicht von Steiermark, Kärnthen und Krain bis nach Tyrol herein, aber verschwindet schon in der Gegend von Innichen; es ist nicht zu erwarten, dass auf dem Gebiet unserer Karte je eine Spur davon gefunden werden wird. Die Triasformation wurde durch mächtige Eruptionen von Quarzporphyr eröffnet, welche sich in langer Folge gegenseitig durchsetzten. Die Eruptivmassen fanden den Thonglimmerschiefer als das einzige noch völlig unbedeckte gebirgsbildende Gestein und breiteten sich zu einem grossen Plateau darüber aus. Nach den ersten Ausbrüchen fand eine Senkung des ganzen Landes Statt und bald geschahen jene untermeerisch; ihr Material wurde vom Wasser in Angriff genommen und in mächtigen bankförmig aufgeschichteten Tuffen abgesetzt. Das feinere, weiter fortgeführte Material lagerte sich als rother Sandstein ab und so entstanden die ersten Sedimente der Triasformation in Süd-Tyrol, Anfangs noch ganz frei von organischen Resten. Während einer fortdauernden langsamen Senkung änderten sich allmälig die Niederschläge, es stellten sich Thiere in Menge ein, die Fauna wechselte

mehrfach und that noch während der Senkung jenen schnellen Sprung, welcher die Trennung einer unteren und oberen alpinen Trias in dem gesammten Alpengebiet rechtfertigt. So lagerte sich bei fortwährend wachsender Ausdehnung des Meeres noch jenes Gebilde ab, welches wir als Mendola-Dolomit bezeichnen werden. Seine Bildung wird plötzlich durch eine heftige Katastrophe unterbrochen, die einzige plötzliche Hebung, welche in Süd-Tyrol geschehen ist. Dadurch wurde der bisherige Meeresboden in weiter Ausdehnung trocken gelegt und das Meer griff nur noch als eine Bucht vom Venetianischen Gebiet nach Süd-Tyrol hinein. Diese Katastrophe scheidet in Süd-Tyrol die Triasformation geologisch in zwei Abtheilungen, welche in der Gestalt der Profile und in der Vertheilung der Formationsglieder auf das Schärfste hervortreten. Sie nöthigt uns, zur bequemeren Ausdrucksweise eine besondere Nomenclatur anzuwenden. Wie wir daher nach den Faunen für die gesammten Alpen eine *untere* und *obere* Trias unterscheiden, so trennen wir von rein geologischem Gesichtspunkt für unser engbegrenztes Gebiet eine *ältere* und *jüngere* Trias, beide getrennt durch jene plötzliche gewaltige Hebung. So wichtig diese Sonderung für Süd-Tyrol ist, so bedeutungslos bleibt sie für die allgemeinen Verhältnisse der Trias-Formation in den Alpen; nur in den zunächst gelegenen Theilen dürfte sie weiterhin praktisch anwendbar sein. In der Periode der oberen Trias und besonders in dem engbegrenzten Raume, welchen zu Anfang das Meer in derselben einnahm, erreicht nun die Individualisirung ihren Höhepunkt. Denn unmittelbar nach jener plötzlichen Hebung folgten mächtige Eruptionen, welche mit vielfachem Wechsel in der Intensität und in der Art ihrer Producte bis zu Ende der Triasformation fortdauerten. Ihr Centralheerd mit einer specifisch-vulcanischen Thätigkeit war das obere Fassathal, der Hauptschauplatz seitlicher, in ihrem Material abweichender Ausbrüche die Umgegend von Predazzo. Das erstere Gebiet war vom Meer bedeckt, das letztere Festland; dort bildeten sich Tuffablagerungen, hier entstanden Gebirge von Eruptivmassen. Der kleine Meerbusen, in welchem sich die Tuffe ablagerten — wir können ihn als den Meerbusen von Sanct Cassian bezeichnen — bietet daher in dieser Periode das Hauptinteresse. Sein Gebiet ist ein sehr formenreiches geworden und jedes Element, welches daran Theil nimmt, erreicht eine gewisse Vollkommenheit in der Ausbildung. Unter den vielfachen eigenthümlich sich vereinigenden Umständen entwickelte sich eine besondere Fauna, die in ihrer vollendetsten Gestalt als die Fauna von Sanct Cassian bekannt ist. Allmälig, als die Eruptionen ihr Ende erreichten, begann der Meeresboden sich wieder zu senken; ganz Süd-Tyrol, ja fast das gesammte Alpenland wurde nach und nach vom Meer bedeckt und es erfolgte die Ablagerung jener oberen Dolomite und Kalke, welche durch die imposante Gestalt ihrer Berge **L. v. Buch's** Aufmerksamkeit so mächtig auf sich zogen, welche bei Esino und Unter-Petzen und in den als Hallstätter Kalk bekannten Aequivalenten eine reich entwickelte Fauna führen und als vereinzelte Stöcke den innersten Theilen der Central-Alpen aufgesetzt sind. Diese Kalke und Dolomite werden bedeckt von den Raibler Schichten, dem letzten Glied der Triasformation. Während der Ablagerung des Lias wurde das südliche Tyrol wieder allmälig aus dem Meer gehoben, und je mehr sich auf dem Gebiet unserer Karte die Küste nach Osten zurückzieht, desto mehr bleiben die aufeinander folgenden Formationsglieder auf östlichere Theile beschränkt. Später wurde die Gegend von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alp nie mehr vom Meere bedeckt.

Zwei Umstände vermehren das Interesse der jüngeren Triasbildungen in hohem Masse. Der eine besteht in der unendlich reichen Entwickelung der Fauna während jener Zeit an Orten, welche dem Heerd der vulcanischen Thätigkeit entfernter waren — hierher gehört die Fauna von St. Cassian —, ganz besonders aber in dem oftmaligen schnellen Wechsel der Faunen bei veränderten Lebensbedingungen. Der zweite Umstand beruht in der Vielartigkeit der Producte eruptiver Thätigkeit an jenen angeführten

Stellen auf dem Festland, welche gleichfalls dem eigentlichen Heerd der vulcanischen Thätigkeit ferner lagen. In kurzer Zeit folgen am Monzoni und bei Predazzo aufeinander: Augitporphyr, Melaphyr, Syenit, Granit, Hypersthenit, Feldspathporphyr und Syenitporphyr, nachdem in früheren Zeiten schon Granit (Cima d'Asta) und Quarzporphyr vorhergegangen waren. Zu alledem kommt als ein weiteres Moment von hohem Interesse die vielfältige Mineralbildung, welche durch die Eruptivgebilde der Triasperiode hervorgerufen wurde und noch gegenwärtig fortdauert.

Die reiche Gliederung der Umgegend von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alp, das verwickelte Ineinandergreifen gleichzeitig gebildeter Eruptiv- und Sediment-Gesteine, der genetische Zusammenhang, in welchem beide meist stehen, die dadurch scheinbar weit von einander abweichenden Lagerungsverhältnisse in benachbarten Gegenden — Alles dies macht es, ebenso wie die Berücksichtigung der von den vielartigsten Gesichtspunkten geschehenen Forschungen und Detailuntersuchungen über einzelne Elemente in der Zusammensetzung des Landes, nothwendig, den Stoff in umfassender Weise anzuordnen. Wir werden daher den Weg des vergleichenden Anatomen einschlagen. Wie dieser die allgemeine Anatomie der Gewebe der speciellen Anatomie der einzelnen Organe des Körpers vorangehen lässt, so werden auch wir erst die Elemente des Gebirgsbaues in unserem Gebiet systematisch betrachten, ehe wir zur detaillirteren Localbeschreibung übergehen. Beiden Abschnitten schicken wir eine allgemeine morphologische Uebersicht der oro- und hydrographischen Verhältnisse voraus; am Schluss endlich lassen wir als Endresultat unserer gesammten Untersuchungen eine Darstellung der geologischen Entwickelungsgeschichte der betrachteten Gegend folgen.

Ehe ich mich zu dem eigentlichen Gegenstand der Behandlung wende, will ich versuchen, in allgemeinen Umrissen eine gedrängte Uebersicht der Geschichte der geognostischen Kenntniss von Süd-Tyrol zu entwerfen, wobei ich indess nur auf die für die rein geognostische Kenntniss folgenreichen Forschungen eingehe. Dieser Uebersicht ist ein Verzeichniss der Literatur hinzugefügt.

Entwickelung der geognostischen Kenntniss des Landes.

Die Mineralien des Fassathales, welche schon längst alle europäischen Sammlungen zierten und allgemeines Interesse erregen mussten, waren die erste Veranlassung zu geognostischen Forschungen in Süd-Tyrol. **Brocchi** war es, welcher hierin Bahn brach; er legte die Resultate seiner Reise in dem Aufsatz: *Memoria mineralogica sulla Valle di Fassa in Tirolo (Milano 1811)*, nieder. **Brocchi** ist durch und durch Geolog; er untersucht weniger die Mineralien, als ihre Fundstätten, und beschreibt diese recht gut. Die meisten seiner Erklärungen sind kühne Theorien, die auf nur wenigen Beobachtungen beruhen. Doch greift er in einigen mit bewundernswürdig richtigem Scharfblick den damaligen geologischen Anschauungen voraus. So sucht er für jede jüngere Gebirgsart ein Urbild in einer älteren und findet es für die „Wacke" (Augitporphyr und dessen Tuffe) von Fassa im Porphyr, stellt jedoch nicht in Abrede, dass es auch Grünstein sein könne. Die Bildungszeit der Trappgesteine im Fassa (Augitporphyr und Melaphyr) setzt er in die Uebergangszeit, „weil die Verminderung der Krystallisationskraft noch nicht so gross war, dass sie nicht noch kleine Krystalle von Hornblende, Glimmer und Feldspath hätte bilden können". Von einer Uebersicht der Mineralien-führenden Gebirgsarten geht er zu jenen selbst über. Einzelne scharfsinnige Beobachtungen werde ich später anzuführen Gelegenheit haben.

Brocchi's vorzügliche Abhandlung legte den Grund zu vielen späteren. Wenige Jahre nach ihrem Erscheinen veröffentlichte Graf **Marzari-Pencati** die Ergebnisse der Bereisung eines 570 Q.-Meilen betragenden Gebietes, dessen Brennpunkte das Fleimser Thal und Recoaro im Vicentinischen bildeten. Die Beobachtungen dieses Geologen spielten damals eine wichtige Rolle. Einige Zeit blieben sie unbekannt; allein kaum war die Kunde, dass bei Predazzo „Kalk durch Granit überlagert" werde, nach Nord-Deutschland gedrungen, als die damals herrschende neptunistische Schule die Thatsache ausbeutete und als einen der glänzendsten Belege für ihre Theorien darstellte. Das Phänomen von Canzacoli wurde von nun an ein Anziehungspunkt für viele Geologen und veranlasste schon in nächster Zeit einzelne wissenschaftliche Reisen. Uebrigens war **Marzari** ein vorzüglicher Beobachter; er beschreibt die geognostischen Verhältnisse einfach und treu, ohne Theorien daran zu knüpfen; dadurch eröffnete er aber späteren Theorien ein um so weiteres Feld.

Die ersten Veröffentlichungen von Graf **Marzari** fallen in das Jahr 1819; im nächsten Jahr wurden sie erst allgemeiner bekannt, und nun folgen die drei ergebnissreichsten Jahre in der Geschichte der geognostischen Kenntniss von Süd-Tyrol, zugleich drei der folgenreichsten für die Entwickelung der Geologie überhaupt; es fallen in sie die Reisen und Veröffentlichungen von **Buch**, **Humboldt**, **Keferstein**, **Senger** und mehrere wiederholte Reisen von **Marzari-Pencati**. Insbesondere waren es **L. v. Buch's** in wenigen Briefen niedergelegte geniale Beobachtungen, welche eine der wichtigsten Phasen für die geologische Kenntniss der Alpen überhaupt bezeichnen.

Es ist bekannt, wie die wenigen Worte dieser Abhandlungen das südöstliche Tyrol zu einem klassischen Boden für die Geologie machten. Die grossartige Verallgemeinerung der Beobachtungen, die weitgreifenden Schlüsse, welche **Buch** auf die in kleinem Gebiet erhaltenen Resultate gründete, das fortwährende Ineinandergreifen von Thatsachen und Theorien — dies war es neben der genialen, lebendigen Darstellungsweise besonders, was seine Schriften so ungemein anregend machte. Seine bestimmt ausgesprochenen Ansichten über die Entstehung der anscheinend verworrenen Gebirgsmassen, die von allen früheren abwichen, mussten epochemachend wirken und ein Heer von Gegnern zum Streite herausfordern. Bald wurde der Schauplatz desselben aus den Thälern des Hochgebirges in das chemische Laboratorium verlegt und mit den neuen Waffen mit erneuter Heftigkeit fortgeführt. Es ist hier nicht der Ort, die Streitigkeiten dorthin zu verfolgen und auf ihren Verlauf und ihre Entscheidung einzugehen, da sie für die Entwickelung der geognostischen Kenntniss von Süd-Tyrol ohne Bedeutung sind. **L. v. Buch's** Forschungen über die letztere gehörten zu den ersten, welche die allgemeine Kenntniss der Alpen zum Zweck hatten; doch es war zu Wenig vorbereitet, als dass sie befriedigende Resultate hätten erzielen können, und daher manche bedeutende Irrthümer nicht zu vermeiden. Der grossartige Blick, mit dem der geniale Geognost alle Verhältnisse des Gebiets umfasste, liess ihn den allgemeinen Bau klar erkennen; in grossen Bildern entwickelt er die Geschichte des Skeletts, der Granite und Porphyre. Nur dort, wo es auf subtilere Untersuchungen ankommt, hat ihn die Kürze der Reise, welche oft eine genaue Beobachtung nicht erlaubte, zu manchen falschen Schlüssen veranlasst, besonders was die Altersverhältnisse der Sedimentärformationen betrifft. Nie hätte **L. v. Buch** seine Theorie von der Dolomitisirung des Kalkes durch Augitporphyr aufgestellt, wenn er nur Einen Dolomitberg genau untersucht hätte.

Als **Buch** den Zankapfel hinausgeschleudert hatte, erfolgte bald ein Strömen der Geologen nach Predazzo und in das Fassathal; es war fast ein Erforderniss gründlicher geologischer Ausbildung, das klassisch gewordene Gebiet kennen gelernt zu haben. Das Fremdenbuch in Predazzo ist ein Verzeichniss der Koryphäen der Geologie, Mineralogie und Chemie, die zum Theil noch jetzt an der Spitze der Wissenschaft stehen. Da jedoch die meisten nur zum Zweck eigener Belehrung die Gegend durchreisten,

so hinterliessen sie nur dem Fremdenbuch ihren Namen. Mehrere veröffentlichten wol die Resultate neuer Untersuchungen, beschränkten sich aber im Allgemeinen auf eine Kritik ihrer Vorgänger und auf eine Controverse gegen oder eine Zustimmung für die Ansichten von **Buch**. Nur die wenigen Schriften, welche sich entweder auf neuem Boden bewegen oder Früheres berichtigten, können als wichtig für die geognostische Kenntniss gelten.

Der erste Nachfolger in den Fussstapfen **L. v. Buch's** war **Maraschini**. Er schrieb: „Ueber einige vulkanische Gesteine im Val di Fiemme". **Maraschini** nimmt unter den Forschern über die Geologie der Alpen eine der hervorragendsten Stellungen ein. Seine Werke wurden zu wenig bekannt, um ihm allgemein die gebührende Anerkennung zu verschaffen; allein die Gründlichkeit der Beobachtung und Darstellung, die den meist einseitigen Gesichtspunkten seines Zeitalters weit voranstehende Erklärungsweise des geologischen Zusammenhangs der verschiedenen Gebirgsarten, wie er ihn in seiner Abhandlung über den Gebirgsbau im Vicentinischen (1824) darstellt, räumen ihm den Vorrang vor den meisten späteren Erforschern dieser Gegenden ein. Seine Beiträge für die specielle geognostische Kenntniss von Süd-Tyrol sind allerdings weniger bedeutend, da er nur einen kleinen Theil flüchtig bereiste. Ueber das Phänomen von Canzacoli verbreitet er sich weitläufiger.

In dasselbe Jahr (1823) fällt die Veröffentlichung der äusserst werthvollen Beiträge zur Kenntniss der Umgegend von Predazzo von **Studer**; seine Beobachtungen sind besonders wichtig für das gegenseitige Verhältniss der Eruptivgesteine. Gleichzeitig griff auch **Zeuschner** als der Erste von rein geognostischem Gesichtspunkt die Dolomitisationstheorie von **L. v. Buch** an.

Das ganze nächste Decennium (1830—1840) verstrich vollkommen erfolglos für die geognostische Kenntniss des südöstlichen Tyrols. Allein es hatte einige Bedeutung durch die Anbahnung eines ganz neuen Gesichtspunktes, der als einer der wichtigsten Factoren zu den vielen bisher aufgestellten hinzukommen sollte, um das allgemeine geologische Interesse des Landes zu erhöhen. Dies geschah durch die Entdeckung der reichen Fundgrube von Versteinerungen bei S. Cassian (1830), ein Gegenstand, welchen Graf **Münster** durch Bereisung und Sammlung von Material sich bald zu eigen machte.

Erst nachdem **Reuss** die werthvollen Resultate einer im Jahr 1838 ausgeführten Reise durch das ganze Land veröffentlicht hatte und das wichtige Werk von Graf **Münster** und **Wissmann** über die Fauna von S. Cassian erschienen war, begann für Süd-Tyrol eine neue Periode geognostischer Forschung. Die „Beiträge zur Geognosie und Petrefactenkunde des südöstlichen Tyrols" behandelten zum ersten Mal ein specielles Gebiet des wichtig gewordenen Landes. Die Kenntniss der räthselhaften, in ihrem Reichthum ungeahnten Fauna von S. Cassian musste das Interesse aller Paläontologen in Anspruch nehmen und einen Zielpunkt mehr zur Bereisung von Süd-Tyrol bieten. **Wissmann** behandelte in dem ersten Theil jenes Werkes einige der bereits von **Buch** untersuchten sedimentären Schichten. Sein scharfsinniger Beobachtungsgeist und seine ruhige Kritik vermochten Vieles zu berichtigen. Die Parallelisirung ist, soweit sie sich in den Schranken des Landes hält, vorzüglich, wiewol bei der immer noch mangelhaften Kenntniss der Alpen die richtige Stellung und Altersbestimmung der einzelnen Schichten schwierig war. Kein Geolog hatte vor **Wissmann** die stratigraphischen Verhältnisse so klar erfasst.

Die grosse Manchfaltigkeit der organischen Formen, welche die Schichten von S. Cassian einschliessen, konnte durch die Eine Arbeit nicht erschöpft werden; es war daher ein dankenswerthes Unternehmen von Herrn **v. Klipstein**, dass er den Reichthum der interessanten Formation weiter entfaltete. Wenn Derselbe auch in seinen „Beiträgen zur Kenntniss der östlichen Alpen" (Giessen 1843) den Begriff der Species sehr eng fasste und eine grosse Menge der aufgestellten Arten nach dem gewöhnlich angenommenen Begriff der Species kaum das Recht einer Varietät in Anspruch nehmen dürfen, so war doch

die Kenntniss der vielen wirklich neuen Formen, sowie der zahlreichen Schwankungen einzelner Species und ihrer Uebergänge von hohem Interesse. Was die geognostische Beschreibung und Parallelisirung der Formationsglieder sowie die Auffassung der Schichtenstörungen betrifft, so hat das Bestreben der Identificirung mit norddeutschen Gesteinen zu grossen Irrthümern Veranlassung gegeben. Hierüber verbreitete erst **Emmrich** (1844 und 1846) Licht, dessen Schriften wol als die ausführlichsten, vollständigsten und vorzüglichsten zu bezeichnen sind, welche über die Geognosie Süd-Tyrols geschrieben wurden. Mit ungemeiner Klarheit fasst **Emmrich** das ganze Gebiet in Einem Bilde zusammen und es gelang ihm, den meisten Schichten ihre richtige Stellung mit Sicherheit anzuweisen. Zu gleicher Zeit veröffentlichte **Fuchs** (1843) die Resultate sehr genauer geognostischer Begehungen in den Venetianer Alpen nebst einer Karte und mehreren Profilen. Die bedeutende Localkenntniss und die Subtilität der Aufnahme macht das Werk trotz der unrichtigen und oft unklaren Deutungen für weitere Bearbeitungen jener Gegend brauchbar; seitdem Herr **Franz Ritter v. Hauer** die Versteinerungen bestimmt und das Alter der von **Fuchs** untersuchten Schichten festgestellt hat, ist es eine wichtige Quelle zur Kenntniss der Südalpen. Unser Gebiet berührt es nur unbedeutend.

Ein überaus verdienstvolles Werk, dessen Werth nicht hoch genug angeschlagen werden kann, war die vom montanistischen Verein für Tyrol und Vorarlberg herausgegebene grosse Geognostische Karte von Tyrol (1852) im Massstab von 1:72000, welche einen schönen Beweis gibt, was ein Land durch eigne Kraft und Thätigkeit leisten kann. Musste auch bei dem Mangel an sicher festgestellten Vergleichungspunkten die Bezeichnung der Sedimentformationen behufs der gleichmässigen Durchführung durch das ganze Kronland eine sehr allgemeine sein und konnte auch bei dem damaligen mangelhaften Stand der Alpengeologie die Altersbestimmung nicht richtig durchgeführt werden, so war doch mit der Uebersicht ein vortrefflicher Grund für weitere Forschung gelegt. Von Süd-Tyrol existirte vorher nur die längst veraltete **Buch**'sche Uebersichtskarte, auch war ein sehr kleines Grenzgebiet auf der erwähnten von **Fuchs** verzeichnet. Erst durch die überaus gewissenhaften und genauen Aufnahmen von **Trinker** war es möglich, in so grossem Massstab eine Karte unseres Gebietes auszuführen.

Hiermit schliesst die Reihe derjenigen Arbeiten über Süd-Tyrol, welche wesentlich zur geognostischen Kenntniss des Landes beitrugen; seit 1844 ist, mit Ausnahme der Karte, nichts Erhebliches in dieser Hinsicht geleistet worden. Denn diejenigen Geologen, welche weiterhin, meist auf flüchtigen Durchreisen, das Land berührten, richteten grösstentheils ihre Aufmerksamkeit auf die bekannten und beschriebenen Thatsachen, untersuchten das Vorkommen der Versteinerungen von St. Cassian sowie einzelne an den Wegen der Touristen besonders in die Augen fallende Erscheinungen, z. B. die Augitporphyrgänge von St. Leonhard und Colfosco. Aber wenn auch diese Arbeiten wenig zur Förderung der geognostischen Kenntniss des Landes beitrugen, so hatten sie doch gleich vielen aus früheren Jahren stammenden das hohe Verdienst, die Aufmerksamkeit auf einzelne Erscheinungen von besonderem Interesse zu lenken, und ihre Verfasser machten sich in dem Streit um die Lösung der wichtigen Probleme geltend, die sich an das Land knüpfen, besonders um die vielbesprochenen Dolomitisationstheorien. Die wichtigsten Arbeiten dieser Art sind von **Fournet**, **Petzholdt**, **B. Cotta**, **Eichwald**, **Cornalia**, **Kjerulf** u. A. m.

Sehr gross musste mit dem Fortschreiten der Wissenschaft die Literatur über einzelne Gesteine, geologische (Contact-, Alters- u. s. w.) Verhältnisse, über einzelne Formationen und Faunen, die chemische Zusammensetzung von Mineralien u. s. w. in einem so vielseitiges Interesse bietenden Lande werden; das Meiste findet sich in Werken über andere Gegenstände und andere Länder zerstreut und war für die geognostische Kenntniss des Landes selbst ohne Bedeutung; nur wenige ungemein werthvolle Arbeiten, wie die von **Roth**, **Favre**, **Liebener**, gründen sich auf unmittelbare Beobachtung an Ort und Stelle,

beschränken sich aber auf die Darstellung localer untergeordneter Verhältnisse. Alles auf diese Specialitäten Bezügliche soll später an den geeigneten Orten angeführt werden.

Von der grössten Wichtigkeit für die Deutung der einzelnen Formationsglieder waren die zahlreichen Arbeiten, welche in den letzten Jahren über andere Theile der nördlichen und südlichen Kalkalpen ausgeführt wurden, vor Allem die Aufnahmen der geologischen Reichsanstalt in Wien und die durch Vergleichung und Parallelisirung derselben gewonnenen Ergebnisse, welche Herr **v. Hauer** in seinen bekannten Abhandlungen zusammengestellt hat. Nur dadurch wurde es möglich, durch neue Untersuchung einige sichere und befriedigende Resultate zu erlangen.

Literatur.

Das folgende Literaturverzeichniss verdanke ich grossentheils der gütigen Mittheilung des Herrn Bergrathes **Franz Ritter von Hauer**, welcher seit einer Reihe von Jahren mit der Zusammenstellung der geognostischen Literatur über alle Theile von Oesterreich beschäftigt ist. Ohne diese freundliche Unterstützung wäre es kaum möglich gewesen, einige Vollständigkeit zu erreichen.

I. Karten.

a) Allgemeine Darstellungen des Gebiets auf umfassenderen Uebersichtskarten.

Geognostische Karte von Deutschland und den umliegenden Staaten. Herausgegeben von *Simon Schropp* und Comp. 1826, berichtigt 1833. Fünfte Auflage. 1839.

Karte zu dem Aufsatz von *Sedgwick* und *Murchison:* „a sketch of the structure of the eastern Alps", in den Transact. of the Lond. geol. soc. (II. Ser.) III, pl. XXXV. 1832.

v. Dechen, geognostische Uebersichtskarte von Deutschland, Frankreich, England und den angrenzenden Ländern. Berlin bei S. Schropp. 1838.

Haidinger, W., geognostische Uebersichtskarte der österreichischen Monarchie, im Massstab von 1:864000. Wien. 1845.

Scheda, J., geognostische Karte des österreichischen Kaiserstaates mit einem grossen Theile Deutschlands und Italiens, hauptsächlich nach Bergrath Haidinger's geognostischer Karte dieses Staates bearbeitet. Wien. 1847.

Studer, B., geologische Uebersichtskarte des Alpensystems und seiner Seitengebirge; in: Geologie der Schweiz, I. Winterthur, bei Wurster und Comp. 1851.

Bach, H., geognostische Uebersichtskarte von Deutschland, der Schweiz und den angrenzenden Ländertheilen. Gotha, bei Justus Perthes. 1855.

b) Speciellere Darstellungen.

v. Buch, Carte géologique du Tyrol méridional. Leonhard's Taschenbuch für Mineralogie. 1824.

Fuchs, geognostische Karte der Venetianer Alpen. Solothurn. 1847.

Geognostische Karte Tirols, aufgenommen und herausgegeben auf Kosten des geognostischen montanistischen Vereins für Tirol und Vorarlberg. In 10 Blättern. Innsbruck. 1851.
Fol. VI, VII.

Liebener, geognostische Uebersichtskarte von Tirol. Innsbruck. 1855.
(Reducirt nach der vorigen.)

II. Abhandlungen.

a) Allgemeine Abhandlungen über grössere Gebiete der Alpen, soweit sie Süd-Tyrol berücksichtigen.

Metallurgische Briefe, geschrieben während einer Reise durch Tyrol und einen Theil von Venedig. — Moll's Jahrbücher I, p. 1—94; II, p. 43—188. 1797. 1798.
(Agordo etc.)

Buch, L. v., geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien. Berlin. 1802.
(Band I, p. 263—320.)

Fortis, mémoires pour servir à l'histoire naturelle et principalement à l'oryctographie de l'Italie et des pays adjacents. 1802.

Graf Sternberg, Reise durch Tyrol. Regensburg. 1806.

Ebel, über den Bau der Erde in den Alpen. 2 Bde. Zürich. 1808.

Lupin, mineralogische Briefe. — In: Salis und Steinmüller, Alpina. Bd. 4, p. 74—201. Winterthur. 1809.

Leonhard, C. C. v., Verzeichniss tirolischer Mineralien. — Leonhard's mineralogisches Taschenb. 1811, p. 199–211. 1811.

Brocchi, Catalogo raggionato di una raccolta di rocce per servire alla Geognosia dell' Italia. Milano. 1817.

Malacarne, Lettera al Barone Isimbardi intorno alcuni fatti mineralogiche scoperti di Marzari Pencati. — Bibl. Ital. 1818, Sept. 1—13. 1818.

Buckland, über die Structur der Alpen und des angrenzenden Landes. — Ann. of philos. — Uebersetzt in Keferstein's Deutschland, II, p. 82. 1821.

Frischholz, mineralogische Reise in Tyrol. — Moll's Jahrbücher 1821, p. 130—137. 1821.

Uttinger, Beobachtungen auf einer Reise über das Profil der tyrolischen Alpen. — Leonhard's mineralogisches Taschenb. XV, p. 761—806. 1821.

Boué, Notizen über die Süd-Alpen. — v. Leonhard's Zeitschrift für Mineralogie, Jahrg. 1825, p. 510–515. 1825.

Keferstein, Darstellung der allgemeinen geognostischen Verhältnisse von Deutschland. — In: Teutschland, I, p. 1 u. 157. 1826.

Acerbi, Cenni geologici e mineralogici sulle Provincie Venete e sul Tirolo. Vicenza. 1829.

Boué, A., geognostisches Gemälde von Deutschland. 1829.

——, Résumé sur l'âge relatif des dépôts secondaires dans les Alpes et les Carpathes. — Journ. de Géol. I, p. 50 et 115. 1830.

Sedgwick und *Murchison*, über die östlichen Alpen. — Phil. Mag. and Annals of Philosophy, vol. VIII, August. 1830.

Boué, A., Remarques sur un Mémoire concernant les Alpes Autrichiennes des Ms. *Sedgwick* et *Murchison*. — Bull. soc. géol. I, p. 40—43. 1830.

——, sur la classification des dépôts alpins. — Bull. soc. géol. I, p. 108. 1830.

Pasini, Rapporti geologici tra alcuni punti degli Apennini e delle Alpi. Padova. 1831.

Sedgwick and *Murchison*, a sketch of the structure of the Eastern Alps (with sections plates and maps). — Transact. of the Lond. geolog. soc. (II.) III. 1832.

Hoffmann, Friedr., und *Escher v. d. Linth, A.*, im Bull. soc. géol. IV, p. 103 ff. 1833.

Studer, B., ebendaselbst, IV, p. 54 ff. 1833.

Bertrand-Geslin, geologische Mittheilungen über Tyrol. — Bull. soc. géol. VI, p. 8. 1837.

Reuss, über die geognostische Beschaffenheit von Tyrol (in: Schmidl, das Kaiserthum Oesterreich [Tyrol]). 1837.

Canstein, Blicke in die östlichen Alpen und in das Land an der Nordküste des adriatischen Meeres. Berlin. 1838.

Sismonda, Memoria sui terreni stratificati delle Alpi. — Mem. acad. Torino, II, p. 1—53. 1839.

Pasini, Geologie der südlichen Alpen vom Lago Lugano bis Krain und Friaul. — Ital. Naturf.-Vers. in Pisa. 1839.
(Auszug in Oken's Isis, 1841, S. 554 u. 568.)

——, geologische Karte des lombardisch-venezianischen Reiches. — Ital. Naturf.-Vers. in Pisa. 1839.
(Auszug in Isis, 1841, S. 574.)

——, Uebersicht der Formationen in verschiedenen Theilen von Italien. — Ital. Naturf.-Vers. in Turin. 1840.
(Auszug in Isis, 1842, S. 244.)

Schmidl, das Kaiserthum Oesterreich, Lombardei und Venedig (geognostische Beschreibung, S. 11—23). 1841.

Haidinger, W., Bericht über die Mineraliensammlung der k. k. Hofkammer im Münz- und Bergwesen. Wien. 1843.

Collegno, G., die Secundärgebirge an der Südseite der Alpen. — Compt. rend. 1843, 1363. 1843.
Auch in L'Institut 1 Sect. XI. année, p. 446.

——, Note sur le terrain erratique du revers méridional des Alpes méridionales. — Bull. soc. géol. (II.) II, p. 284—303. 1844.

——, Essai d'une carte géologique de l'Italie. — Compt. rend. t. 18. 1844.

——, Bemerkungen über die italienischen Alpen. — Bull. soc. géol. (II.) I, p. 179. 1844.

Buch, L. v., Versteinerungen aus Ober-Italien. — Mon. Ber. der Berliner Akad. der Wissenschaft. 1845, p. 25—28. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1845, p. 509. 1845.

Studer, B., Aperçu général de la structure géologique des Alpes. — Nouvelles excursions et séjours dans les Glaciers par Désor, p. 220. 1845.

Curioni, G. Nob., sui terreni di sedimento inferiore dell' Italia settentrionale. — Mem. dell' I. R. istit. Lomb.-Veneto delle Scienze ed Arti. 1845.

Charpentier, Touss. de, Lettre à l'occasion du mém. de M. de Collegno sur le terrain erratique des Alpes méridionales. — Bull. soc. géol. (II.) III, p. 61. 1845.
Pilla, Saggio comparativo dei terreni che compongono il suolo d'Italia. — Annali dell' Università Toscana, I, p. 205 — 336. 1846.
Balsamo Crivelli, G., Prospetto elementare di una descrizione geologica dell' Italia. Milano. 1847.
Collegno, G., (gegen Fournet und Coquand). — Bull. soc. géol. (II.) IV, p. 576. 1847.
Zeuschner, über das Alter der Karpathen- u. Alpen-Gesteine. — Haidinger's Ber. v. Freund. d. Naturw. II, p. 426, III, p. 129. 1847.
Haidinger, W., Bericht zur geognostischen Uebersichtskarte der österreichischen Monarchie. Wien. 1847.
Morlot, A. v., Formationsreihe in den Alpen. — Haidinger's Ber. III, p. 334. 1847.
Hörnes, M., Uebersicht der Wirksamkeit des Tyroler geognostischen Vereins. — Haidinger's Ber. III, p. 154. 1847.
Buch, L. v., einzelne Beobachtungen (Dadocr. gracilis etc.). — Leonh. und Bronn, Jahrb. 1848, p. 53 — 56. 1848.
Boué, A., Geologie einiger Alpen- und Mittelmeer-Regionen im Südosten von Europa. — Quart. Journ. of the geol. Soc. 1848, Heft IV, S. 10. 1848.
Stotter, über die geologischen Verhältnisse von Tyrol (2 Briefe). — Haid. Ber. V, p. 141. 1849.
Hörnes, M., über die vom Tyroler montanistischen Verein herausgegebene geognostische Karte von Tyrol. — Haid. Ber. V, p. 112. 1849.
Studer, B., sur le terrain diluvien du Tirol. — Bull. soc. géol. (II.) VI, p. 445. 1849.
—, Reise in den österreichischen Alpen im Herbst 1848. — Leonh. und Bronn, Jahrb. 1849, p. 166. 1849.
Murchison, Sir R. J., on the geological structure of the Alps, Apennines and Carpathians. — Quart. Journ. of the Lond. geol. Soc. No. 19. August. 1849.
Deutsch von G. Leonhard: „Ueber den Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen." Stuttgart 1850.
Hauer, Fr. Ritter v., über die geognostischen Verhältnisse des Nordabhanges der Alpen zwischen Wien und Salzburg. — Jahrb. d. k. k. Geol. Reichs-Anst. I, p. 17. 1850.
Fournet, M. J., Ergebnisse einer Wanderung durch die Alpen im August und September 1849. — Ann. de la Société d'Agric. et d'hist. nat. de Lyon. — Leonh. u. Br. Jahrb. 1852. 1850.
Studer, B., Geologie der Schweiz. 2 Bde. (mit Profilen und einer Karte.) Bern. 1851—1853.
Doblicka, C., Tirols Mineralien. Wien. 1851.
Trinker, Höhenbestimmungen in Tyrol und Vorarlberg. Innsbruck. 1852.
Liebener, Leonh., und *Vorhauser,* die Mineralien Tyrols nach ihrem Vorkommen. Innsbruck. 1852.
Buch, L. v., Bemerkungen zur geognost. Karte des montanist. Vereins. — Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Gesellsch. IV, p. 211—215. 1852.
Escher v. d. Linth, A., geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. — Denkschriften der Schweiz. naturforsch. Gesellsch. Sep. Seite 1—135, mit 3 Tabellen u. 10 Tafeln. 1853.
Hauer, Fr. Ritter v., über die Gliederung der Trias-, Lias- und Jura-Gebilde in den nordöstlichen Alpen. — Jahrb. d. k. k. G. R.-A. IV, p. 715. 1853.
Escher v. d. Linth, A., über die Schichtenfolge in den Kalk-Alpen. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1853, p. 167. 1853.
Hauer, Fr. Ritter v., einige Petrefacten aus den Süd-Alpen. — Jahrb. d. k. k. G. R.-A. V, 216. 1854.
Omboni, M. J., geologische Uebersicht der lombardisch-venezianischen Alpen (in: Elementi di Storia naturale, Geologia, p. 506 — 551). 1854.
Coletti, F., Annotazioni intorno le acque minerali della Lombardia e del Veneto. Padova. 1855.
Merian, P., über die S. Cassian-Schichten. — Quart. Journ. XI, 4, p. 451. 1855.
Omboni, M. J., Sullo stato geologico dell' Italia. Milano. (p. 1 — 163.) 1856.
Fournet, M. J., Appendice aux aperçus concernant l'extension des terrains houillers de la France (2. Th.: terrains suprahouillers des Montagnes circumalpines et des Alpes). — Mém. de l'acad. Imp. des sciences etc. de Lyon. Classe des sciences, t. X, p. 1 — 16. 8. Lyon. 1856.
(Der Abschnitt: Système suprahouiller des Alpes orientales p. 139 — 168.)
Hauer, Fr. Ritter v., über Schichten mit echten Muschelkalkversteinerungen in den Süd-Alpen. — Jahrb. d. k. k. Geolog. Reichsanst. Bd. VIII, p. 166. 167. 1857.
—, ein Durchschnitt der Alpen von Passau bis Duino. — Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss. zu Wien, math.-naturw. Kl. Bd. XXV, p. 253—348 mit 4 Tafeln. 1857.
—, ein Beitrag zur Kenntniss der Raibler Schichten. — Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss. zu Wien, math.-naturw. Kl. Bd. XXIV, p. 537 — 566 mit 6 Tafeln. 1857.
Jones, R., über Estheria minuta in den Cassianer Schichten (?). — Ann. of nat. hist. XIX, p. 104—106. London. 1857.

b) Special-Literatur über Süd-Tyrol.

Dr. Ahmayr, das Bad Ratzes. Botzen. 1721.

Ployer, über die Flintensteinfabrication in Süd-Tyrol. — Moll's Jahrb. für Berg- u. Hüttenkunde, Bd. IV, p. 151—160. 1800.

Brocchi, G. B., Memoria mineralogica sulla Valle di Fassa in Tirolo. Milano. 1811.

Deutsch übersetzt von *Blöde*: mineralogische Abhandlung über das Thal von Fassa. Dresden 1817. — Auszug in Leonhard's min. Taschenb. 1823, p. 433—453.

Gautieri, geologische Bemerkungen über Südtyrol. — Moniteur universel, No. 76. 1811.

Leonhard's Taschenb. f. Min. 1812, p. 257.

Gehlen, Analyse des Prehnits aus dem Fassathal. — Ber. d. math.-naturw. Kl. d. k. bair. Ak. d. Wiss. Bd. IV, S. 215. 216. 1811.

—, Mineral-Analysen aus Fassa und Gröden. — Ber. d. math.-naturw. Kl. d. k. bair. Ak. d. Wiss. Bd. IV, S. 226—230. 1811.

Marzari-Pencati, Conte, Cenni geologici e mineralogici sulle Provincie Venete e sul Tirolo. Vicenza. 1819.

Hierin ist die erste Notiz über die „Ueberlagerung des Kalkes durch Granit" bei Predazzo (Canzacoli) gegeben. Nach weiteren Reisen erschienen folgende Fortsetzungen:

Supplemento al nuovo Osservatore di Venezia:

No. 118, 30 Sept. 1820. No. 127, 21 Oct. 1820;

(ferner der Brief an Dembsher etc. s. unten).

Frischholz, über die Mineralien der Seisser Alp. — Leonhard's Taschenb. f. Mineralogie, Bd. 13, p. 89—104. 1819.

Keferstein, Reisebemerkungen über Tyrol (Lienz, Bruneckеn, Brixen, Klausen, Fassa). Teutschland, I, p. 253. 1821.

v. Senger, mineralogische Gebirgsreise in die Thäler von Fassa und Fleims. — Sammler für Geschichte und Statistik in Tyrol, III, p. 58. 1821.

—, Versuch einer Oryktographie der gefürsteten Grafschaft Tyrol. Innsbruck. 1821.

Breislack, Sc., sulla giacitura di alcune rocce porfiritiche e granitose osservate nel Tirolo. Milano. 1821.

Buch, L. v., über den Dolomit in Tyrol. (Schreiben an Hrn. v. Pfaundler.) — Tyroler Bote, Juliheft, No. 64, 65, 66. 1822.

Abgedruckt mit vielen Berichtigungen von v. Buch in Leonhard's mineralog. Taschenb., 1824, Abth. II, p. 36—51. Später im Sammler für Geschichte und Statistik in Tirol, Bd. II, 1826.

—, Lettre à Mr. de Humboldt renfermant le tableau géologique du Tirol méridional (dat. Innsbruck, 10. Nov. 1822). — Annales de Chimie, XXIII, p. 276. 1822.

Abgedruckt in Leonhard's mineralog. Taschenb. 1824, Abth. II, p. 52—95, und in der Tiroler Zeitschr. des Ferdinandeums, Bd. III, p. 242.

Humboldt, Alex. Bar. v., über die Lagerungsverhältnisse des Granits im Fassathal. Brief an Hrn. Brochant de Villiers (dat. Verona, 8. Oct. 1822). — Ann. de Chimie, t. XXIII, p. 261 ff. 1822.

Abgedruckt in Leonhard's mineralog. Taschenb. 1824, Abth. II, p. 98—105, und in der Tiroler Zeitschr. des Ferdinandeums, Bd. II, p. 309.

Buch, L. v., Brief an Hrn. Brochant de Villiers über Predazzo (dat. 10. Oct. 1822). 1822.

Abgedr. in Leonhard's mineralog. Taschenb. 1824, Abth. II, p. 105—107.

—, über den Dolomit als Gebirgsart. — Abhandl. d. Ak. d. Wiss. zu Berlin. 1822.

Marzari-Pencati, Conte, Brief an Parolini über Canzacoli. — Journ. de Phys. et Chim. t. 94, p. 316—321. 1822.

—, Lettera geologica diretta a Gius. Dembsher. — Gazzetta privil. di Venezia. 18. Febr. u. 18. Aug. 1823.

Weitere Fortsetzungen in:

Supplemento alla Gazzetta di Venezia:

No. 32, 8. Febr. 1823. No. 58, 26. März 1823, Lettera di Tommasi al Sign. Marzari. No. 94, 23. April 1823.
No. 39, 17. Febr. 1823. No. 99, 28. April 1823.

Ferner: Lettera all' Academia Reale delle Scienze di Parigi:

No. 185, 18. Aug. 1823.

Lettera al Consig. Bar. Isimbardi sulla Val-Travaglia:

No. 259, 14. Nov. 1823.

Fatti e congetture in generale et sui giacimenti gessosi e saliferi in particolare:

No. 112, 19. Mai 1824. No. 128, 9. Juni 1824.

—, Lagerungsverhältnisse einiger Porphyre und Granitgesteine in Süd-Tyrol. — Leonhard's mineralog. Taschenbuch, 1823, p. 625—644. 1823.

Marzari-Pencati, Conte, Lettera geologica intorno i graniti, gneis etc. fra la Piave e l'Adige etc. Vicenza. 1823
(Wahrscheinlich das Original vom vorigen.)
? *Marcel de Serres,* voyage dans le Tyrol et une partie de la Bavière pendant l'année 1811. Paris 1823. 2 Bde. 1823.
Wassermann, das Bad Ratzes. Brixen. 1823.
Breislack, Sc., Osservazioni intorno alla giacitura dei Graniti nel Tirolo meridionale. Milano. 4. 12 pp. 1824.
v. Hörmann, die Badeanstalten des Kreises an der Etsch. — Beiträge zur Geschichte, Statistik, Naturkunde u. Kunst, herausgegeben vom Ferdinandeum, Bd. II, p. 239—287. 1826.
Studer, B., Beiträge zur Kenntniss einiger Theile der Süd-Alpen (Roveredo, Predazzo, Belluno). — Leonhard's mineralog. Taschenb. 1829, p. 241—279. 1829.
Beitr. z. Gesch., Statist. etc. v. Tirol, Bd. VII, p. 250—270. Innsbruck. 1832.
Zeuschner, über den Dolomit im Thal von Fassa. — Leonhard's mineralog. Taschenb. 1829, p. 401. 1829.
Maraschini, über einige vulkanische Gesteine im Val di Fiemme von den Herren *Bertrand Geslin, Trettenero* u. *Maraschini,* dargestellt in einem Briefe an Herrn Scipio Breislack von Maraschini. — Biblioteca Italiana, t. 32, p. 352.
Deutsch bearbeitet von Weber in Leonhard's mineralog. Taschenb. 1829, p. 109 (abgedruckt in der Zeitschrift des Ferdinandeums, VII, 1832, p. 222). 1829.
Boué, A., Fundstellen fossiler Körper in Tyrol. — Journ. de Géol. (I.) I, p. 290—292. 1830.
Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1833, p. 713.
Pasini, Mémoire géologique sur les environs de Roveredo. — Boué, Journ. de Géologie, Bd. II, p. 37. — Neue Zeitschrift des Ferdinandeums, II, p. 126. 1831.
Ammerer, das Bad Ratzes im Bezirksgericht Kastelruth. Innsbruck. 1832.
Baumgartner, A., trigonometrisch bestimmte Höhen von Oesterreich, Steiermark, Tirol etc. Aus den Katastral-Landesvermessungsprotocollen ausgezogen. Wien. 1832.
Leonhard, C. C. v., die Basaltgebilde. Stuttgart. — (2. Abtheilung, p. 61—62: Augitporphyr.) 1832.
Meyer, Al., geognostische Nachrichten über Süd-Tyrol. — Zeitschrift des Ferdinand. Bd. VI. Abgedr. in Leonh. 1833, p. 560. 1833.
Suppan, die Hypsometrie mittelst physikalischer Beobachtungen etc. (mit vielen Höhenmessungen von Tyrol und Vorarlberg). Innsbruck. 1834.
Münster, Georg Graf zu, das Kalkmergellager von S. Cassian u. die darin befindlichen Ceratiten. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1834, p. 1—15. 1834.
Geslin, Bertr., Versteinerungen in den breccienförmigen, mit schwarzem Porphyr verbundenen Tuffen der Seisser Alp. — Bull. Soc. géol. V, p. 8—9. 1835.
Pasini, geognost. Bemerkungen über die Umgegend von Roveredo. — Neue Zeitschrift des Ferdinandeums, II. (Uebersetzt aus der Biblioteca italiana, Bd. 57.) 1836.
Thurwieser, die Ersteigung der Ortlerspitze im August 1834. — Neue Zeitschrift des Ferdinandeums, Bd. III, p. 89—164. 1837.
(Enthält viele Höhenmessungen aus verschiedenen Theilen von Tyrol.)
Facchini, geologisch-botanische Bemerkungen über das Fassa- und Fiemme-Thal. — Nuovi Annali delle Scienze nat. di Bologna, II, p. 241. 1838.
Neue Zeitschrift des Ferdinandeums, VII, p. 59.
Reuss, geogn. Beobachtungen, gesammelt auf einer Reise durch Tyrol im J. 1838. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1840, p. 127—165. 1840.
Münster, Georg Graf zu, u. *Wissmann,* Beiträge zur Geognosie und Petrefactenkunde des südöstlichen Tyrols. — Als 4. Bd. von Münster, Beiträge zur Petrefactenkunde. — Mit 16 Tafeln. Bayreuth. 1841.
Daubeny, Dolomit-Zersetzung in Süd-Tyrol. — L'Institut, Xme année, No. 419—426, p. 4. 1842.
Klipstein, A. v., geologische Fragmente aus dem Tagebuch einer Reise durch Bayern nach den östlichen Alpen. — Karsten's Archiv, Bd. 17. 1842.
———, Beiträge zur Kenntniss der östlichen Alpen. Mit 20 Tafeln. Giessen. 1843—1845.
———, Schichtenfolge in Süd-Tyrol. — Amtlicher Bericht über die Naturforscherversamml. zu Mainz, p. 115. — Ausz. in Leonh. u. Bronn's Jahrb. 1843, p. 830. 1843.
Girard, H., Geognostisches über die südlichen Alpen. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1843, p. 469—479. 1843.
Petzholdt, Beiträge zur Geognosie von Tyrol. Leipzig. 1843.
Fuchs, über die Gebirgslagerungen im Abtey-Thal. — Amtl. Bericht d. deutsch. Naturforschervers. in Gratz, p. 141—146. 1843.
Emmrich, H., über die Schichtenfolge der Flözgebirge des Gaderthals, der Seisser Alp und S. Cassians. — Leonh. und Bronn, Jahrb. 1844, p. 791—803. 1844.

Fuchs, die Venetianer Alpen. Solothurn und Basel. Mit einer geognost. Karte u. Tafeln. 1844.

Meyer, H. v., über das Vorkommen von Conchosaurus in S. Cassian. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1844, p. 337. 1844.

Quenstedt, A., über S. Cassian. (Brief an Bronn.) — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1845, p. 680—684. 1845.

v. Klipstein, über S. Cassian. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1845, p. 799. 1845.

Emmrich, H., über die Flözbildungen in Süd-Tyrol. — Jahresbericht des montanist. Vereins für Tyrol u. Vorarlberg. 1845.

Fournet, M. J., Notes sur les résultats sommaires d'une exploration géologique du Tyrol méridional. — Bull. soc. géol. (II.) III, p. 27—43. 1845.

Berichte über die Generalversammlungen des Vereins zur geognostisch-montanistischen Durchforschung von Tirol und Vorarlberg. (Neun Jahresberichte von 1839—1847.) Berichte über die von Herrn *Trinker* ausgeführten Aufnahmen von Süd-Tyrol enthalten No. 7 (p. 1—69), No. 8 (p. 1—35), No. 9 (p. 1—30). Innsbruck. 1845—1847.

Emmrich, Uebersicht über die geognostischen Verhältnisse Süd-Tyrols. Jena bei Frommann, 1846. (Als Beilage zu *Schaubach*, die deutschen Alpen. Bd. IV, p. 280—316.) 1846.

Trinker, die lithographischen Schiefer von Süd-Tyrol. — Haidinger's Berichte, Bd. II, p. 55. 1846.

Damour, Analyse des Predazzits. — Bull. soc. géol. (II.) IV, p. 1050—1056. 1847.

Fournet, M. J., Hauptergebnisse einer geolog. Wanderung durch Süd-Tyrol. — Ann. de la Soc. d'agric. etc. de Lyon, 1847. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1852, p. 354—358. 1847.

Meyer, H. v., über Dadocrinus gracilis. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1848, p. 308. 1848.

Cornalia, Notizie geo-mineralogiche sopra alcune valli meridionali del Tirolo (Inauguraldissertation). Milano. Mit Karte, Profilen und Tafeln. 1848.

Kobell, Fr. v., Zerlegung des Brandisits vom Monzoni. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1848, p. 217. 1848.

Favre, sur l'origine des dolomies en Tyrol. — Bibl. univers. de Genève, t. X, p. 177. — Abgedruckt in Bull. soc. géol. (II.) VI, p. 318—322. 1849.

Catullo, T. A., Rechtfertigung gegen Girard. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1849, p. 187—189. 1849.

Haidinger, W., über Pseudomorphosen vom Monzoni. — Haidinger's Berichte, VI, p. 77—81. 1849.

Fournet, M. J., Aperçu sur diverses questions géologiques. — Bull. soc. géol. (II.) VI, p. 502—518. (p. 506. 507 über Melaphyr von Tyrol). 1849.

Bayle, über Sanct Cassian. — Bull. soc. géol. (II.) VI, p. 321—323. 1849.

Michelin, über Sanct Cassian (gegen Bayle). — Bull. soc. géol. (II.) VI, p. 323—326. 1849.

Hauer, Fr. Ritter v., über die von Fuchs in den Venetianer Alpen gesammelten Fossilien. — Denkschriften d. k. Akad d. Wiss. zu Wien, Bd. II, p. 109—126, tab. I—IV. 1850.

Studer, B., Brief über Süd-Tyrol. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1850, p. 826. 1850.

Kenngott, A., über die Achatmandeln in den Melaphyren, insbesondere in dem von Theiss in Tyrol. — Haidinger's naturw. Abhandl. IV, 2, p. 71—104. 1850.

Hubert, Analyse von 24 Kalken aus Süd-Tyrol. — Jahrb. d. k. k. Geolog. Reichs-Anst. I, 729. 1850.

Haidinger, W., der Gymnit von Fleims. — Jahrb. d. k. k. G. R.-A. I, p. 607. 1850.

Cotta, B., geologische Briefe aus den Alpen. Leipzig. 1850.

—, über die Umgebungen des Fassathales. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1850, p. 129. 1850.

Klipstein, A. v., Bemerkungen gegen Cotta. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1850, p. 680. 1851.

Oellacher, über den Gymnit von Fleims. — Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. III, p. 222—234. 1851.

Kobell, Fr. v., über den Gymnit von Fleims. — Münchener gelehrte Anzeigen, Bd. 31, p. 1—11. — L'Institut, XIX, p. 923—934. 1851.

Roth, J., Bemerkungen über die geolog. Verhältnisse von Predazzo. — Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. III, p. 140—149. 1851.

—, über den Kalk von Predazzo im Fleimserthal. — Erdmann's Journal, 1851, p. 346—353. 1851.

v. Frantzius, über die in der Umgegend von Meran vorkommende Grauwacke. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1851, p. 667—673. 1851.

Mineralien aus dem Fleimserthal und vom Monzoni. — Jahrb. d. k. k. Geolog. Reichs-Anstalt zu Wien, Bd. II, Heft 3, p. 163. 1851.

Eichwald, geognostischer Ausflug nach Tyrol. — Nouvelles mémoires de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou, t. IX, p. 75—205. tab. 1, 2. 1851.

Trinker, über die Verbreitung von erratischen Blöcken in dem südwestl. Theil von Tyrol. — Jahrb. d. k. k. G. R.-A. II, 2, p. 74. 1851.

Senoner, Ad., Zusammenstellung der bisher gemachten Höhenmessungen im Kronlande Tyrol. — Jahrb. d. k. k. G. R.-A. II, 1, p. 59, u. II, 2, p. 133. 1851.

Haidinger, W., über Magneteisenstein pseudomorph nach Glimmer aus dem Fassathal. — Jahrb. d. k. k. G. R.-A. III, 4, p. 31. 1852.

Klipstein, A. v., über die geolog. Stellung der Cassianer Schichten. — Jahrb. d. k. k. G. R.-A. III, 3, p. 134. 1852.

Giebel, H., über das Alter der Cassianer Schichten. — Halle'sche Zeitschr. f. d. gesammten Naturw. 1853, p. 34. 1853.
Tschurtschenthaler, geognostische Notizen über Sanct Cassian und die südtyrolische Triasformation. Brixen. (p. 1—30.) 1853.
Das k. k. Berg- und Hüttenwerk Klausen. — v. Hingenau's berg- und hüttenmännische Zeitschrift, I, 181. 1853.
Widtermann, die Gymnitvarietäten von Fleims. — Jahrb. d. k. k. G. R.-A. IV, 525. 1853.
Kjerulf, Th., om Forholderne ved Monzoni og Predazzo in Sydtyrol. — Nyt Magazin för Naturvidenskaberne. Bd. VIII, p. 117—163. Christiania. 1853.
Haidinger, W., über Pseudomorphosen vom Monzoni. — Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. Bd. 4, Heft 4, p. 160—162. 1853.
Vorkommen von Kohle im Val Sugana. — v. Hingenau's berg- und hüttenmännische Zeitschrift, Jahrg. 1853, p. 262. 1853.
Emmrich, H., Gervillienschichten von Lienz. — Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. Bd. VI, p. 670. 1854.
———, Notiz über den Alpenkalk der Gegend von Lienz. — Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. Bd. VI, p. 444—450. 1856.
Keil, Fr., das Mineralbad Leopoldsruhe bei Lienz. Innsbruck. (p. 1—46.) 1856.
Stur, D., und *Keil, Fr.*, barometrische Höhenmessungen aus dem Gebiet der oberen Drau, in der Umgegend von Lienz und aus der oberen Gegend der Piave und des Tagliamento. — Jahrb. d. k. k. geolog. R.-A. Bd. VII, p. 459—465. 1856.
Abgedruckt in der Zeitschrift des Ferdinandeums, 3. Folge, Heft 6. 1857.
Richthofen, F. Bar. v., Bericht über die Aufnahmen in Süd-Tyrol. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Bd. VII, p. 841. 842. 1856.
———, Notiz über die Contactwirkungen des Syenits in Süd-Tyrol. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Bd. VIII, p. 164. 1857.
Foetterle, Fr., Berichte über die geognost. Aufnahmen in Süd-Tyrol. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Bd. VIII, p. 777, 787, 796. 1857.
Leonardi Demetrio, Analisi dell' acqua ferruginosa di Cavelonte in Fiemme. Trento. 1857.
Müller, A., Brandisit nach Fassait vom Monzoni. — Verhandl. d. naturforsch. Gesellsch. in Basel, 1857, Heft 4, p. 569—573. 1857.
Renngott, A., Beschreibung des Vorhauserits vom Monzoni. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Bd. VIII, p. 358—361. 1857.
Bukeisen, Desmin- (Puflerit-) Analyse von der Seisser Alp. — Sitzungsber. d. math.-naturw. Kl. d. k. Ak. d. Wiss. zu Wien, Bd. XXIV, p. 286, 287. 1857.
Simony, über die Alluvialgebilde im Etschthal. — Sitzungsberichte d. math.-naturw. Kl. d. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien, Bd. XXIV, p. 455—492. 1857.
Emmrich, H., geognostische Notizen aus der Gegend von Trient. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Bd. VIII, p. 295—308. 1857.
Wolf, H., das Nivellement der Eisenbahn in Süd- und Nord-Tyrol bez. auf das adriatische Meer. — Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins. 10. Jahrg., 7. Heft, p. 126. 1858.
Richthofen, F. Bar. v., über den Quarzporphyr von Botzen. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Bd. IX. Sitzungsber. p. 7, 8. 1858.
———, über die Bildung und Umbildung einiger Mineralien in Süd-Tyrol. — Sitzungsber. d. math.-naturw. Kl. d. k. Ak. d. Wiss. zu Wien, Bd. XXVII, p. 293—374. 1858.
———, Bemerkungen über die Trennung von Melaphyr und Augitporphyr. — Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss. zu Wien, Bd. XXXIV, p. 367—434. 1859.

c) Literatur über die angrenzenden Theile der Süd-Alpen, soweit sie für die Kenntniss der im süd-östlichen Tyrol vorkommenden Formationen von Wichtigkeit ist.

1) Gegend von Agordo.

Beschreibung des Kupferbergbaues von Agordo. — Moll's Jahrb. für Berg- und Hüttenkunde, 1801, p. 140—184. 1801.
Catullo, T. A., Memoria epistolare sopra alcune specie minerali di Agordo. — Giornale di Fisica, Chimica etc. di Pavia. Bimestre VI. 17 Seiten. 1819.
Murchison, Sir R. J., on the relations of the tertiary and secondary rocks forming the southern flancs of the tyrolese Alps near Bassano. — Phil. Mag. and Ann. Vol. V, No. 30. June. 1819.
Ausz. in Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1830, p. 97.
Catullo, T. A., Lettera al Signor Boué sopra la pietra verde che vedesi inclusa sotto forma di Dike nei terreni di Sedimento inferiore dell' Agordino e Zoldiano. — Giornale sulle Scienze e Lettere delle Provinzie Austro-Venete, t. XV, p. 268. 1828.
———, Lettera al Signor Lorenzoni (über Sasso Verde und Porphyr der Gegend von Agordo). — Giornale sulle Scienze e Lettere delle Provinzie Austro-Venete, t. XV, p. 272. 1828.
Hauer, Fr. Ritter v., Versteinerungen aus der Gegend von Agordo. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Bd. I, p. 167. 1850.
Und Denkschriften d. k. Ak. d. Wiss. zu Wien, Bd. II, S. 109—127.
———, über Cephalopoden aus der unteren Trias vom Val Inferno bei Zoldo. — Sitzungsber. d. math.-naturw. Kl. d. k. Ak. d. Wiss. zu Wien, Bd. XXIV, p. 145—149. 1857.
———, Petrefacten aus den Werfner Schiefern von Cencenighe. — Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Bd. VIII, p. 157. 1857.

2) Gegend von Recoaro und Schio.

Arduino, due lettere al Vallisneri. — Nuova raccolta di opusculi. Venezia. 1760.

(Geognostisches über Recoaro, besonders über die Entstehungsweise der Quelle.)

—, delle aque medicinali di Recoaro. — Giornale d'Italia, t. III. Vicenza. 1767.

(Enthält die erste sehr genaue Beschreibung der Reihe der Flözgebilde der Umgegend von Recoaro und anderer Orte im Vicentinischen.)

—, chymisch-oryktologische Nachricht von dem berühmten mineralischen Wasser zu Recoaro. — Abhandlungen des Herrn Arduino, p. 73—108. 1778.

—, effetti di antichissimi vulcani estinti nei monti della villa di Chiampo ed in altri luoghi del territorio di Vicenza e di quello di Verona. — Nuovo Giornale d'Italia, t. VII. 1782.

(Behandelt wesentlich die Gegend von Schio und Recoaro.)

Fortis, Mémoire pour servir à l'histoire naturelle d'Italie. (Vergl. oben II. a.) 1802.

(Bd. I, p. 10 geschieht zum ersten Mal der vielen berühmt gewordenen Terebrateln von Recoaro Erwähnung.)

Maraschini, Osservazione litologiche sui contorni di Schio. — Giornale dell' Italiana letteratura, Aprile. 1810.

(Enthält genaue Angaben über das Verhältniss der Eruptivgesteine der Gegend zu den geschichteten; die Heilquellen mehrerer Orte entspringen an den Contactstellen.)

—, Saggio geologico sulle formazioni delle rocce del Vicentino. Padova. 1824.

(Dieses Werk, eines der werthvollsten, welche über die Süd-Alpen geschrieben wurden, beschäftigt sich vorzüglich mit der Gegend von Recoaro und gibt wegen der genauen Beobachtungen den besten Anhalt zur Parallelisirung der Schichten mit denen in benachbarten Gegenden.)

Catullo, T. A., Memoria epistolare sopra un nuovo filone doleritico scoperto dal Sign. Dom. Trattenero presso le Acidule di Recoaro. — Nuovi Annali di Scienze naturali di Bologna, t. VI, p. 167. 1841.

Pasini, sopra alcune condizioni geologiche della fonte acidula di Recoaro. — Adun. d. I. R. Ist. Ven. I, 131—133. 1841.

Trattenero, Memoria sopra le acidule di Recoaro. — Politechnico di Milano. 1843.

Zeuschner, Brief über den Muschelkalk von Recoaro bei Schio. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1844, S. 54. 1844.

Schauroth, C. Baron v., Geologisches über Sanct Cassian und Recoaro. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1855, S. 315—317. 1855.

—, Uebersicht der geognostischen Verhältnisse der Gegend von Recoaro. — Sitzungsber. d. math.-naturw. Kl. d. k. Akad. der Wissenschaften zu Wien, Bd. XVII, S. 481—562, mit 1 Karte und 3 Tafeln. 1855.

Beyrich, E., Encrinus gracilis und Melocrinus triasinus von Recoaro. — Physikalische Abh. d. k. Ak. d. Wissensch. zu Berlin, 1857, S. 42—44. 1857.

Cantu, nuova communicazione verbale sulla natura delle aque minerali di Recoaro. — Mem. d. Real. Ac. di Torino, t. 17, p. 155. 1858.

Schauroth, C. Bar. v., Kritisches Verzeichniss der Versteinerungen der Trias im Vicentinischen. Sitzungsber. der math.-naturw. Kl. d. k. Ak. d. Wissensch. zu Wien, Bd. XXXIV, p. 283—356, mit 3 Tafeln. 1859.

3) Venetianisches Gebiet im Allgemeinen.

Arduino, delle miniere di allume e di altre scoperte mineralogiche fatte nel Vicentino. — Giornale d'Italia, t. I. 1765.

Strange, dei monti colonnari. Milano. 1778.

(Behandelt die Basaltgebirge des Vicentinischen.)

Gualandris, A., Lettere Odeporiche (Agordo, Val Imperina etc.), p. 1—34. 1780.

Marzari-Pencati, Conte di, Cenni geologici e mineralogici sulle provincie Venete e sul Tirolo (p. 1—54). Vicenza. 1819.

Catullo, T. A., die versteinerungsführenden Gebilde der venezianischen Provinzen. — Giorn. di Fisica di Pavia. 1818—1824.

Maraschini, Osservazioni geologiche sul Vicentino. — Bibl. Ital., Giugno e Luglio. 1822.

Abgedruckt im Journ. de physique, mars 1822.

————, Memoria sui filoni pirossenici. — Bibl. Ital., Agosto. 1823.

Acerbi, Cenni geologici e mineralogici sulle Provincie Venete e sul Tirolo. Vicenza. 1829.

Pasini, Ricerche geologiche sull' epoca a cui si deve referire il sollevamento delle Alpi Venete. Padova. 1831.

—, Nota sui terreni secundarii i terziarii delle Alpi Venete. — Ann. delle Scienze del Regno Lomb.-Ven. t. III. u. IV. (Sep. p. 1—4). 1833.

Catullo, T. A., Memorio geognostico-geologico sopra i sollevamenti delle Alpi Venete. — Bibl. Ital. t. 89. (354 Seiten.) 1838.

—, sur les terrains calcaires des Alpes Vénitiennes. — Bull. soc. géol. (II.) I, p. 525—527. 1844.

Pasini, alcuni considerazioni geologiche sulle Alpi Venete, all' occasione d'una Opera di G. Fuchs. — Adunanza dell' I. R. Ist. Ven. 25. Febr. (Sep. p. 1—16). 1844.

Catullo, T. A., Osservazioni estratti dell' Opera inedita sulla Geognosia paleozoica delle Alpi Venete. — N. Ann. delle Scienze nat. di Bologna. (Ser. II.) t. V, p. 81—108. 1846.
Auszug in Leonh. u. Bronn, Jahrbuch 1847, S. 89.

Hauer, Fr. Ritter v., Ueber die Gesteine der Süd-Alpen. — Haid. Ber. III, S. 312. 1847.

Catullo, T. A., Prodromo di Geognosia paleozoica delle Alpi Venete. 4. 1847.

Hauer, Fr. v., Versteinerungen der Venezianischen Alpen. — Haidinger's Ber. von Freunden der Naturw. Bd. IV, S. 375. 1848.

Zigno, A. de, Coup d'oeil sur la Géologie des Alpes Vénitiennes. — Compt. rend. hebd. XXIX, 1—13, p. 25. 1849.
L'Institut 1849, No. 796—816, p. 242.

——, über die geschichteten Gebirge der Venezianer Alpen. — Leonh. u. Bronn, Jahrb. 1849, S. 281—284. 1849.

Catullo, T. A., Riposta alle osservazione critiche del Sign. Girard. — Nuovi Ann. delle Scienze nat. di Bologna. (Ser. II.) t. X, p. 151—166. 1849.

Fuchs, Bemerkungen über die Lagerungsverhältnisse der Venezianer Alpen. — Sitzungsber. d. math.-naturw. Kl. d. k. Akad. der Wissenschaften zu Wien, Bd. V, p. 452—464, mit 1 Taf. 1850.

Catullo, T. A., Intorno ad una nuova classificazione delle Alpi Venete. — Mem. dell' I. R. Ist. Ven. Bd. V. Mit 4 Taf. 1853.

——[1]) Considerazioni intorno ad alcuni Memorie di Geognosia paleozoica. — Atti dell' Ist. Ven. (Ser. III.) t. I. 1856.

Foetterle, Fr., allgemeine Uebersicht der geologischen Verhältnisse der Venezianer Alpen. — Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, Bd. VII, S. 850—851. 1856.

Stur, D., Uebersicht der Aufnahmen im Comelico und der Carnia. — Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. VII, S. 178—179. 1856.

——, über die geologischen Verhältnisse des Comelico und der Carnia. — Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. VII, S. 431—459. 1856.

Pirona, Lettere geologiche sul Friuli (p. 1—32). 1856.

Römer, F., über den Bau der Venetianer Alpen. — 35. Bericht der Schles. Gesellsch. für vaterl. Cultur, S. 23. 1857.

Wolf, H., Höhenbestimmungen in den Venetianer Alpen. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. VIII, S. 249—255. 1857.

Zigno, A. de, Prospetto dei terreni sedimentarii del Veneto. — Atti del I. R. Ist. Ven. (III.) III, p. 233—244. 1857.

——, del terreno carbonifero delle Alpi Venete. — Atti del I. R. Ist. Ven. (III.) III, p. 353—360. 1858.

Hauer, Fr. Ritter v., Jura-Ammoniten aus den Venetianer Alpen. — Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanst. Bd. IX, Verhandl. S. 47—48. 1858.

4) Lombardische Alpen [2]).

Maironi da Ponte, sulla Geologia della Provincia Bergamasca. Bergamo. 1825.

Buch, L. v., über die Lagerung des Melaphyrs und Granites in den Alpen von Mailand. — Abhandl. der k. Akad. der Wissensch. in Berlin, S. 205, Jahrg. 1827.

——, sur quelques phénomènes que présente la position relative du porphyre et des calcaires dans les environs du Lac de Lugano. — Ann. d. sc. nat. t. X. Paris. 1827.

——, über einige geognostische Erscheinungen in der Umgebung des Luganer See's. — v. Leonhard's Zeitschrift für Min. 1827, S. 289. 1827.

——, Carte géologique des pays compris entre les lacs d'Orta et de Lugano. — Ann. des sc. nat. t. XVIII. 1829.
(Auszug in Leonhard's Jahrb. für Min. Jahrgang 1830, S. 320.)

Malacarne, Notizia sul tipo geognostico del terreno tra i due laghi d'Orta e di Lugano. — Biblioteca Italiana, t. LVI. Milano. 1829.

Breislak, Sc., Osservazioni sopra i terreni compresi tra il Lago Maggiore e quello di Lugano. — Memorie dell' I. R. Istituto Lombardo-Veneto, t. V, p. 31—186. 1838.

Buch, L. v., sur l'existence du Muschelkalk dans les Alpes Lombardes et sur une Trigonia qui parait le caractériser. — Bull. de la Soc. géol. de France, (II.) II, p. 348—349. 1845.

Girard, H., die Umgebungen des Luganer See's. — Leonhard u. Bronn, Jahrb. 1851, p. 331 ff. 1851.

---

[1]) Die weitere hier nicht angegebene Literatur dieses Schriftstellers, welche sich zum Theil auch noch auf die älteren Formationen bezieht, ist mit kurzen Inhaltsauszügen zusammengestellt in: Prospetto degli scritti publicati da Tomaso Antonio Catullo, compilato da un suo amico e discepolo. Padova. 4. p. 1—284. 1857.

[2]) Das vollständige Verzeichniss der Literatur über die lombardischen Alpen bis 1859 hat Herr Bergrath *Fr. Ritter v. Hauer* im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt, Bd. IX (1858), S. 446—453, gegeben.

Merian, P., St. Cassian-Versteinerungen in den Bergamasker Alpen. — Berichte über die Verh. der naturf. Ges. in Basel, t. X, S. 147—150. 1851.

Brunner, C., Aperçu géologique des environs du Lac de Lugano. — Neue Denkschrift der Allgem. Schweiz. Gesellsch. f. d. gesammten Naturwissenschaften, Bd. XII, S. 1—18. 1852.

Merian, P., über das Vorkommen der St. Cassian-Formation am Comer See. — Verh. der naturf. Gesellschaft in Basel, Bd. X, S. 156—158. 1852.

———, Flötz-Formationen am Luganer und Comer See. — Verh. der Allgem. Schweiz. naturf. Gesellschaft bei ihrer 38. Versammlung in Porrentruy, S. 87. 1853.

———, die Flötz-Formationen in der Umgegend von Mendrisio. — Verh. der naturf. Ges. in Basel, I, S. 71—84. 1854.

Hauer, Fr. Ritter v., über einige Fossilien aus dem Dolomit des Monte Salvatore bei Lugano. — Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissenschaften in Wien, Bd. XV, S. 407—416. 1855.

Curioni, G. Nob., Sulla successione normale dei diversi membri del terreno triasico nella Lombardia. — Giorn. dell' I. R. Ist. Lombardo, Nuova Ser. Fasc. 39—41, p. 204—237. 1855.

Hauer, Fr. Ritter v., Curioni's Abhandlung über die Gliederung der Triasgebilde der Lombardie. — Jahrbuch der k. k. Geolog. Reichsanstalt, VI. (1855), S. 887—896. 1855.

Merian, P., Petrefacten vom Comer See und den Bergamasker Alpen. — Verh. d. naturf. Ges. in Basel, Bd. II, S. 314—319. 1855.

Hörnes, M., über Gastropoden aus der Trias der Alpen. — Denkschr. d. kais. Ak. d. Wiss. in Wien, Bd. XII, 2, S. 21—34. 1856.

Hauer, Fr. Ritter v., der Verrucano der lombardischen Alpen. — Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Bd. VIII, S. 183—184. 1857.

———, Fossilien vom Monte Salvatore bei Lugano. — Sitzungsberichte der k. Ak. der Wissenschaften zu Wien, Bd. XXIV, S. 149—154. 1857.

Stoppani, A., Studii geologici e paleontologici sulla Lombardia. Milano. 1857.

Rath, Gerh. vom, geognostische Bemerkungen über das Bernina-Gebirge in Graubündten. — Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellschaft, Bd. IX, S. 211—274. 1857.

———, Nachträge zu den „geognostischen Bemerkungen über das Bernina-Gebirge in Graubündten." — Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Bd. X, S. 199—207. 1858.

Curioni, G. Nob., Appendice alla Memoria sulla successione normale dei diversi membri del terreno triasico nella Lombardia. — Mem. dell' I. R. Ist. Lombardo, Vol. VII, fasc. 3. 1858.

Hauer, Fr. Ritter v., Erläuterungen zu einer geologischen Uebersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardie. — Jahrb. der k. k. geologischen Reichsanstalt, Bd. IX, S. 445—496, mit einer geolog. Karte und Profilen. 1858.

II. Uebersicht der Oberflächengestaltung.

In zwei mächtigen Armen, welche in den vielgliedrigen Gletscherstöcken der Stubbayer und Oetzthaler Gebirge zusammentreffen, umfasst das krystallinische Centralgebirge die Kalk-Alpen von Süd-Tyrol. Sie bedingen den Parallelismus der Gebirgsglieder der letzteren, soweit sich ein solcher nachweisen lässt, und sind durch die höchsten Erhebungen in diesem Theil der Alpen bezeichnet; sie bedingen ferner jene eigenthümliche Verwerfung der Südgrenze der krystallinischen Schiefer, die wir als eins der wichtigsten und charakteristischesten Momente für die Gestaltung der Süd-Alpen hervorhoben, und stehen dadurch in innigem Zusammenhang mit dem Hervorbrechen der Eruptivgesteine und allen davon abhängigen Erscheinungen. Der eine dieser Arme erstreckt sich von den Oetzthaler Fernern in südsüdwestlicher Richtung über das Ortler-Gebirge, den Tonale und Adamello nach dem Monte Castello und Monte Frerone, um am Monte Muffetto sein Ende zu erreichen. Nur einmal in seiner ganzen Ausdehnung ist er von einer Einsenkung unterbrochen, indem die Etsch westlich von ihm entspringt, ihn in der Gegend von Schlanders mit dem schwankenden Charakter eines Längs- und Quer-Thales durchbricht und östlich ihren Lauf fortsetzt. Der andere Arm entspringt an den Stubbayer Fernern, bildet am Brenner die Wasserscheide zwischen Süd- und Nord-Tyrol und setzt mit dem doppelten Charakter einer Wasserscheide und eines centralen höchsten Gebirgskammes in beinahe westöstlicher Richtung in dem Gross-Glockner-Gebirge und der Tauernkette fort. Die beiden Richtungen interferiren an der Vereinigungsstelle vielfach und schaffen hier die genannte grossartige und ausgedehnte Gebirgswelt der Oetzthaler und Stubbayer Ferner. Je weiter von diesem Knotenpunkt entfernt, desto reiner und selbstständiger treten die beiden Richtungen in den centralen Zügen hervor, desto regelmässiger gestalten sich ihnen zur Seite die Systeme von Längs- und Quer-Thälern. Aber der Ortles-Adamello-Zug gestaltet sich weniger rein als die Tauernkette; es stellen sich bei ihm mehr und mehr Querzüge ein, die sich von den Hochgipfeln abzweigen, und insbesondere der Ortles selbst gibt einem mächtigen Zuge den Ursprung, welcher im Bernina-Gebirge seine erste bedeutende Entwickelung erreicht und, gewissermassen ein zweites Alpengebirge, nach der Schweiz fortsetzt, um dort die höchsten krystallinischen Ketten zusammenzusetzen.

Betrachtet man die Abfälle der beiden Arme gegen die Kalk-Alpen von Süd-Tyrol, so verhalten sie sich wesentlich verschieden. Sie schliessen keineswegs analog ihrem Zusammentreffen unter einem stumpfen Winkel ein ebenso gradlinig begrenztes stumpfwinkliges Becken ein. Dies gilt nur für den westlichen Arm, dessen gradlinigen, einer Verwerfung des ganzen Gebirges entsprechenden nach St. 2 streichenden Abfall in der Erstreckung von Storo bis Meran wir bereits erwähnten. Die Grenze mit den aufgelagerten Sedimentgebilden ist längs dieser ganzen Linie ungemein scharf und beinahe in ihrem gesammten Verlauf durch Thalsenkungen und Thäler bezeichnet. Ganz anders verhält sich die west-östlich streichende Kette der Stubbayer und Zillerthaler Gebirge. Parallel ihrem centralen Zuge höchster Erhebung streichen im Süden reihenförmig angeordnete Hochgipfel, die aber, von Querthälern durch-

brochen, nur selten und in geringer Erstreckung den Charakter zusammenhängender Ketten annehmen. Dadurch wird eine eigenthümliche Zertheilung des Gebirges herbeigeführt, die in ähnlicher Weise schon in den frühen Zeiten der ersten Sedimente bestanden zu haben scheint; denn dieselben greifen mehrfach zwischen die Gebirge ein und geben der Grenze einen wenig regelmässigen Verlauf. Doch bezeichnet eine grade Linie, welche Meran mit Lienz verbindet, ziemlich genau die Ausdehnung der Sedimentgebilde gegen Norden. Wie diese Grenze, gleich dem Zug der Zillerthaler Gebirge, von der westöstlichen Richtung ein wenig nach Norden abweicht, so wendet sie sich von Lienz aus gegen Villach und Klagenfurt, parallel dem Zug der Tauernkette, ein wenig nach Süd und bildet somit bei Lienz einen sehr stumpfen Winkel.

Zu diesen beiden hervorragenden Momenten, welche auf den Parallelismus der Gebirgsglieder Einfluss ausüben, kommt nun noch ein drittes: der Stock der Cima d'Asta, ein isolirtes Stück des Centralgebirges, welches sich acht Meilen vom Scheitelpunkt der beiden Grenzlinien zwischen krystallinischen und sedimentären Gebilden entfernt recht im Innersten des Winkels aus den letzteren erhebt. Er bildet ein von Südwest nach Nordost gestrecktes Ellipsoid von krystallinischen Schiefern, aus denen der Granit hervorbricht und die höchste Erhebung zusammensetzt. Die Höhe und Massivität, das Vorhandensein seit den ältesten Zeiten der Sedimentbildung und die Durchsetzung von einer mächtigen Eruptivmasse haben die Cima d'Asta zu einem wichtigen Knotenpunkt im Gebirgsbau des südöstlichen Tyrols gemacht. Besonders gegen Norden und Westen ist ihre Rolle als eines solchen deutlich gezeichnet. Eine ununterbrochene Kette von Hochgipfeln — wir werden sie als die Lagorei-Kette bezeichnen — umzieht von beiden Seiten diese Centralgruppe, aber nicht in einem Bogen, sondern in zwei gradlinigen Armen, welche am Monte Canzenagol unter einem stumpfen Winkel zusammenstossen. Die Richtung von beiden aber ist ungefähr parallel den Richtungen jener zwei Arme des Centralgebirges, welche in der Oetzthaler Gebirgsgruppe zusammentreffen. Auf die Lagorei-Kette folgt nördlich eine tiefe Einsenkung und auch diese ist in zwei gradlinige Theile getheilt, welche sich unter einem stumpfen Winkel vereinigen; der westöstliche Theil wird vom Travignolo und einem Theil des Avisio, zwischen Predazzo und Altrey, durchströmt, der von NNO. nach SSW. gerichtete nur vom Avisio zwischen Altrey und Albian. Jenseits dieses Thales folgt dann ein zweiter Gebirgszug, der genau jenen doppelten Parallelismus beibehält; er ist nicht mit gleicher Schärfe zu beobachten wie der erste, weil der höchste Theil des Zuges zu dem tiefen Eruptionskessel von Predazzo zusammengebrochen ist und dadurch dem Avisio eine Durchbruchsstelle geboten wurde. Allein man kann sich leicht an der westöstlichen stetigen Richtung des Bocche-Zangenberg-Pass del Gaso-Zuges und der SSW.-NNO.-Richtung der Fortsetzung vom Pass del Gaso aus zwischen Avisio und Etsch überzeugen, dass dieser Zug nichts als eine Wiederholung des ersten ist und, wie jener, einen stumpfen Winkel um die Centralgruppe der Cima d'Asta beschreibt, während gleichzeitig beide Schenkel den grossen Stämmen des Centralgebirges parallel sind. Der Parallelismus der westöstlichen Züge ist hiermit zu Ende; es folgt gegen Norden eine anscheinend verworrene Oberflächengestaltung, bis mit der Grenze der krystallinischen Schiefer wieder jene Erscheinung beginnt. Ungleich vollkommener lässt sich gegen Nordwest der Parallelismus der SSW.-NNO.-Ketten und Senkungen verfolgen. Das wichtigste demselben angehörige Glied ist die langgezogene, der Linie Storo-Meran vollkommen parallele Senkung, welche vom Garda-See, Sarca-Thal und vom Etsch-Thal oberhalb Lavis bis Botzen eingenommen wird. Sie ist von hier noch weiter als eine flache Mulde, in der die Spalte des Kunterswegs tief niedersetzt, über die Ritten gegen Klausen und Brixen hin angedeutet.

So lässt sich in der That ein Parallelismus der Gebirgsglieder in Süd-Tyrol nachweisen. Er steht

in offenbarem Zusammenhang mit der Wechselbeziehung zwischen den zwei in den Oetzthaler Bergen zusammentreffenden Zügen des krystallinischen Gebirges und ihrem einzelnen Vorposten, der Cima d'Asta. Allein wie schon in dem zweiten Parallelzug im Norden von der Cima d'Asta eine Unterbrechung der Stetigkeit eintritt, so verschwindet weiterhin jede Spur eines Parallelismus und die Umgegend von Predazzo, S. Cassian und der Seisser Alp zeichnet sich ganz besonders durch die ausserordentliche Regellosigkeit in der Anordnung der Oberflächengestaltung aus. In den östlich angrenzenden Gebieten von Agordo, Auronzo und Ampezzo ist das Verhalten noch dasselbe und nur in unmittelbarer Nähe des krystallinischen Gebirges macht sich zuweilen ein Parallelismus geltend. Regellos, wie die starren Dolomitcolosse über unser kleines Gebiet zerstreut sind, ist die Anordnung aller Elemente, welche die Bodengestaltung bedingen, wenn man von dem geologischen Zusammenhang absieht. Wie wir daher schon zur Nachweisung jenes Parallelismus einer Kenntniss des geognostischen Baues der Cima d'Asta bedurften, so müssen wir auch bei der Betrachtung des kleinsten Theils der Oberfläche unsern spätern Darstellungen vorgreifen und allenthalben, um auch nur eine Spur einer Gesetzmässigkeit herauszufinden, den Erscheinungen Rechnung tragen, welche gestaltend wirkten, und den Gesteinen, welche durch ihren verschiedenen physiognomischen Charakter jene Manchfaltigkeit bedingen. Ohne diesen Anhalt würden wir nur ein zerschelltes, zerrissenes, von Thälern in den unbestimmtesten Richtungen durchfurchtes Land finden.

1. Orographie.

Das Formgebende im südöstlichen Tyrol sind Plateaux, aber nicht geschlossene, über grosse Flächenräume mit gleichbleibender Meereshöhe ausgedehnte, einförmige Hochebenen, sondern wellige Flächen, welche prallig abstürzende, stufenförmig einander aufgesetzte Massive von geringer Ausdehnung krönen und in ihrem Verlauf vielfach zerrissen und von schroffen Thälern durchsetzt sind. Wir betrachten im orographischen Theil nur ihre allgemeine Form, während die Darstellung der tiefen Spaltenthäler, der Zerreissungen und Erosionen der Hydrographie angehört. Als Ausgangspunkt für die Erörterung der Höhenverhältnisse ist eines jener Plateaux am geeignetsten, das sich vielfach zerspalten im Centrum von Süd-Tyrol, um den Vereinigungspunkt der Etsch mit der Eisack, ausdehnt und seine Selbstständigkeit am vollständigsten bewahrt hat. Es besteht ganz und gar aus Quarzporphyr; wir bezeichnen es daher als das

Porphyrplateau von Botzen.

Wenn man sich auf irgend einem Theil dieser Hochfläche befindet, so wird man kaum geneigt sein, sie als solche anzuerkennen. Man sieht vielmehr ein flachhügeliges Terrain, in welchem abgerundete Hügelzüge sich von Nordwest nach Südost erstrecken und sanfte muldenförmige Thäler mit derselben Richtung einschliessen. Fast in jedem dieser Muldenthäler setzt eine tiefe Spalte nieder, welche die Gewässer abwärts führt und die beiden benachbarten Gehänge zu weit von einander entlegenen Gegenden macht. Alle diese Charakterzüge, dazu die breite Thalspalte, in welcher sich das ganze Etschland ausdehnt, sind kaum geeignet, den Plateau-Charakter dieses Porphyrgebirges zu heben. Aber um so klarer tritt er hervor, wenn man von einem der umliegenden Höhenpunkte das Porphyrland überblickt. Wer den unbeschreiblich schönen und lehrreichen Anblick von dem Pass der Mendola aus genoss, dem

prägt sich mit festen Zügen das Bild des weiten flachwelligen und dunkelbewaldeten Porphyrlandes als eines selbstständigen Ganzen im Gegensatz zu den bleichen zackigen Kalkwänden ein, die jenseits darüber hervorstarren. Noch schärfer markirt sich das Bild von der Höhe des Schlern oder des Latemar. Im Norden grenzt das Porphyrplateau an Thonglimmerschiefer; es steigt nach dieser Richtung hoch an und fällt dann prallig auf jenen ab. Im Süden setzt der Quarzporphyr noch weiter jenseits der Grenzen des Plateau's, aber mit ganz veränderten Oberflächenverhältnissen fort, um endlich an der Cima d'Asta ebenfalls den Thonglimmerschiefer zu erreichen. Gegen Westen und Osten verschwindet die Hochfläche unter bedeckenden Sedimentärgebilden, die sich mächtig und in steilen, langgezogenen Wänden darüber aufthürmen. Topographisch sind die natürlichsten Grenzen: im Westen die Orte Meran, Lana, Andrian, Tramin, Auer; im Süden der Höhenzug des Cislon, Schwarzhorn und Lavacé (oder Zangenberg); gegen Osten der untere bewaldete Theil der Westabhänge des Latemar, Rosengarten, Schlern, Puflatsch und der Geisslerspitzen[1]); im Norden endlich reicht das Plateau bis an eine Reihe von Hochgipfeln, welche im Möltner Joch, Rittner Horn und Raschötz durch ihre Richtung die nahe Centralkette verkündet.

In dieser Begrenzung nimmt das Porphyrplateau einen Flächenraum von ungefähr sechzehn Quadratmeilen ein. Die mittlere Höhe beträgt 4000 Fuss. Sieht man von den beiden Grenzzügen im Norden und Süden selbst ab, so erhebt sich in dem ganzen Gebiet der Porphyr nirgends über 5000 Fuss; denn das Joch Grimm, welches hoch über das Plateau hinausragt, ist der Rest einer früheren allgemeinen Sedimentbedeckung. Die geringste Höhe dürfte östlich der Etsch nicht unter 2500 Fuss betragen, während sie westlich von derselben, in der Gegend von Meran, Lana und Andrian, bis unter 2000 Fuss herabsinkt. Eine weit geringere Meereshöhe hat der Boden der Thäler; doch kommen dieselben als Spaltenbildungen hier nicht in Betracht. — Um die allgemeine Gestaltung des Porphyrplateau's und seine Stellung im äussern Gebirgsbau von Süd-Tyrol besser zu verstehen, werfen wir einen Blick auf die einschliessenden Gebirge, um dann zu dem Centrum zurückzukehren.

Nördliche Vorlage des Porphyrplateau's. Mit unbedeutenden Schwankungen der Höhe setzt die Hochfläche nördlich bis zu den Gebirgsdörfern Mölten und Jenesien, der Gegend Auf den Ritten und dem Grödner Thal fort und steigt dann, im Westen allmälig, im Gröden schneller, zu der oben genannten Reihe von Hochgipfeln an, welche nach dieser Richtung ihr Ende bezeichnet und in westöstlichem Streichen durch das Möltner Joch, das Rittner Horn und den Raschötz gebildet wird. Diese drei Berge sind durch tiefe Thäler von einander getrennt, stehen aber in ihrem Verhältniss zum Porphyrplateau, wie genetisch, in innigem Zusammenhang. Dem entsprechend ist ihre Gestaltung sehr gleichmässig. Sie fallen alle drei nach Süden mit sanfter Neigung ab und gehen allmälig in das Plateau über; nach Norden stürzen sie schroff und steil auf den sich anschliessenden Gebirgsrücken, der Raschötz auf Thonglimmerschiefer, die beiden andern Berge (nach mündlichen Mittheilungen von Herrn Trinker) auf Quarzporphyr, der aber auch hier den krystallinischen Schiefern der Centralkette bald weicht. Ein wenig weiter nördlich streicht ein Parallelzug von Hochgipfeln, die gleichfalls durch tiefe Thäler getrennt sind. Der Iffinger Spitz bei Meran (8057 Fuss △), Fortschell- (7311 F. Trink.) und Scharten-Berg (7926 F. △) und die Plose bei Brixen sind die hervorragendsten Punkte. Sie gehören nach dieser reihenförmigen Anordnung von West nach Ost dem Parallelismus des Stubbay-Grossglockner-Zuges an und gehen, gleich diesem selbst, nach West in das Labyrinth

[1]) Auf der Karte ist der Name „Geisterspitzen" nach dem Vorgang der Generalstabskarte beibehalten. Das Volk kennt diesen Namen nicht, sondern nur „Geisslerspitzen" oder „Die Geissel".

der Oetzthaler Gruppe über. Allein die Art ihrer Verbindung mit den nördlichen und südlichen Hochgipfeln lässt bereits deutlich die Interferenz der zweiten (SSW.-NNO.-) Richtung hervortreten. Keine Richtung vermag sich in dieser Gegend rein und selbstständig zu entwickeln. Verfolgt man aber die Verbindungslinie der drei genannten Berge nach Osten, so scheint nach langer Unterbrechung durch Kalkgebirge, dessen höchste Punkte zufällig theilweise in dieselbe Richtung fallen (Seekofl und Paternkogl), eine wirkliche Fortsetzung in jener Hochgipfelkette angedeutet, welche im Quaterna (7601 F. △), Antola, Cadin, Hochwipfl u. s. w. das Rienz-Drau-Thal südlich begleitet. — Noch weiter nördlich zweigen sich von der Oetzthaler und Stubbayer Gruppe noch einzelne westöstliche Gräte und Züge ab, aber das grosse Granitmassiv von Brixen stört von jetzt an in dieser Gegend den Parallelismus, bis endlich die westöstliche Centralkette selbst folgt.

Südliche Vorlage des Porphyrplateau's. — Wie im Norden so steigt auch gegen Süden das Porphyrplateau allmälig an, um dann in eine Reihe paralleler Höhenzüge überzugehen, welche in Richtung und Gestalt, wie in ihrem Material, weit von den nördlichen verschieden sind. Der erste bedeutendere derselben ist derjenige, welchen wir als die Südgrenze des Plateau's bezeichneten. Der mächtigste Grenzpfeiler darin ist der Lavacé oder Zangen-Berg (7870 F. △), von dessen sanften Nordgehängen das dunkle Waldthal von Ober-Eggen seine Gewässer sammelt. Allmälig und mit leichter Wölbung steigt der Abhang gegen Süden an. Durch dichten Nadelwald steigt man nach den Alpenhöhen hinauf. Plötzlich sind sie durch einen senkrechten Absturz gegen Süden abgebrochen, das Porphyrplateau hat damit sein Ende erreicht. Die Südgrenze desselben ist durch diese Form der sanften Nord- und schroffen Südgehänge, welche sich längs dem ganzen genannten Grenzzug verfolgen lässt, um so mehr charakterisirt, als wir im Norden der genau entgegengesetzten Form begegneten, welche im Raschötz ihren Repräsentanten hat. Den Verlauf des ganzen Zuges, welchem der Zangenberg angehört, haben wir bereits im Vorigen (S. 24) kurz angedeutet. Den wichtigsten Umstand, seine östliche Fortsetzung im Monte Bocche, müssen wir erst im weiteren Verlauf geologisch begründen. Um so klarer ist schon vom physikalisch-geographischen Gesichtspunkt seine Abhängigkeit von der Cima d'Asta und den beiden mächtigen Armen der Centralkette, welchen seine beiden, unter einem stumpfen Winkel zusammentreffenden Theile parallel sind. Der westöstliche derselben (mit einer geringen Abweichung nach Nordost) streicht vom Monte Bocche über den Zangenberg nach dem Schwarzhorn (7722 F. Oetl), der Kugl und dem Pass del Gaso. Hier wendet er sich zur südsüdwestlichen Richtung über den Pass von San Lugano (3453 F. Trink.) nach dem Monte Solajol, Monte Comp, Hornspitz, Schupfbüchl, Wedegbüchl, Monte Castion, Marischalt-Berg und Monte Curonna. Bei Lavis wird er vom Avisio durchbrochen. Er trennt in seinem ganzen Verlauf das Etschthal zwischen Neumarkt und Lavis vom Val di Cembra. — Dieser stumpfwinklige Höhenzug, dessen westöstlichen Schenkel wir als die Südgrenze des Porphyrplateau's bezeichneten, wird im Norden durch eine andere Reihe von Gipfeln begleitet, welche in der Gestalt weit abweichen und aus Sedimenten bestehen, die als letzter Rest einer allgemeinen Bedeckung des Porphyrplateau's übrig geblieben sind. Sie beginnt am Joch Grimm (7434 F. Trink.) und hat bis zum Cislon eine westsüdwestliche, von dort an eine südsüdwestliche Richtung; hier bildet sie eine Kette von Höhen, welche steil auf die Poststrasse im Etschthal abstürzen und viel zu dessen hoher landschaftlicher Schönheit beitragen. Zwischen San Michele und Lavis aber, wo die Etsch sich nach Süden wendet, durchbricht sie dieses Kalkgebirge und bespült in ihrem weiteren Lauf bei Trient den Ostabhang desselben Zuges, da er sich noch bis zum Monte Baldo am Ostufer des Garda-Sees verfolgen lässt und die Senkung: Gardasee-Sarcathal, der auch das Etschthal zwischen Botzen und S. Michele angehört, von dem untern Theil dieses Thales trennt. Weiter im Westen kommt diese Richtung von

SSW. nach NNO. mehr und mehr zur Herrschaft, bis sie in der mehrfach genannten Linie Storo-Meran ihre vollkommenste Ausbildung erlangt. Wir verfolgen sie dort nicht weiter, da dies schon zu weit ausserhalb der Grenzen unseres Gebietes liegt, sondern kehren auf den Lavacé zurück, um die Gebirge, welche diesem Rand des Plateau's südlich vorliegen, weiter zu verfolgen.

Wer von dem Plateau auf dem sanften Nordgehänge des Lavacé allmälig nach den Höhen des Südrandes hinansteigt, der wird gleichzeitig überrascht durch den plötzlich sich öffnenden steilen Absturz nach Süden und durch den Anblick einer wilden schwarzen Kette hoher zackiger Berggipfel, welche sich jenseits des tiefen Avisio-Thales aus einem waldbedeckten Vorland erheben. Es ist dies jenes Gebirge, das wir als die Lagorei-Kette bezeichnet haben, und welches als das zunächst der Cima d'Asta gelegene auch das erste dem mehrfach angedeuteten doppelten Parallelismus angehörige Gebirge ist. Unscheinbar hebt es sich im Osten unter den Kalkbergen des Venetianischen hervor und beginnt seine Selbstständigkeit an der östlichen Einsenkung, über welche der Saumweg von Paneveggio nach der abgeschiedenen, sich selbst genügenden Thallandschaft von Primiero führt. Steil steigt die Kette zum Monte Cavallazzo an und wiederholt bis zum Canzenagol die ostwestliche Richtung des nördlichen Bocche-Lavacé-Schwarzhorn-Zuges und des tiefen, vom Travignolo und Avisio durchströmten Thales, um sich gleich jenen unter einem stumpfen Winkel plötzlich nach Südwest zu wenden. Diese Richtung behält sie bei und erreicht in ihr ihre bedeutendste Höhe. Der Parallelismus dieses Gliedes mit den im Westen folgenden ist nicht vollkommen, da es mit ihnen nach Süden convergirt, und je weiter man die Kette nach Südwest verfolgt, desto mehr verschwindet die Bestimmtheit der Richtung; endlich löst sie sich in eine Reihe von divergirenden Ketten auf. Die Kammhöhe des Lagorei-Gebirges beträgt durchweg mehr als 6000 F., während einzelne Gipfel zu mehr als 8000 F. ansteigen. Als der höchste gilt die Cima di Lagorei mit 8040 F. △ (oder 8262 F. G. K.). Mit stets gleichbleibendem Charakter und von keiner tiefen Einsenkung unterbrochen, aber zuletzt sich in der angegebenen Weise zertheilend, setzt der Zug als südliche Grenze des Avisio-Flussgebietes bis zu den Quellen der Fersina fort, welche nach kurzem Lauf bei Trient in die Etsch mündet.

Was die Berglandschaft betrifft, welche sich jenseits der Lagorei-Kette ausbreitet, so ist hier jeder weitere Parallelismus der Gebirgsglieder mit der südlichen Begrenzung des Porphyrplateau's aufgehoben. Das mächtige Granitmassiv der Cima d'Asta mit seiner Umgebung von krystallinischen Schiefern tritt als das formgebende Element auf. Welch wichtiges Moment diese vollkommen centralisirte Gebirgsmasse bis in die spätesten Zeiten für die Architectur der umgebenden Gebirge war, wie sie im Verein mit den beiden Armen der Centralkette die Richtung der Porphyrzüge, ihr stumpfwinkliges Zusammentreffen und ihren Parallelismus bedingte und sich genau in die beiden Scheitelpunkte des Canzenagol und des Pass del Gaso einschiebt, darauf haben wir eben hingewiesen.

Werfen wir einen Blick zurück auf die Oberflächengestaltung des Porphyrplateau's gegen seinen nördlichen und südlichen Rand und auf die Bergzüge, welche den beiden Rändern parallel streichend sich zu stets grösserer Höhe erheben, so ergibt sich nach beiden Richtungen eine auffallende Aehnlichkeit bei ebenso bedeutenden und wesentlichen Unterschieden. Die Steilabfälle des Porphyrs befinden sich nach beiden Richtungen an der dem Plateau abgewendeten Seite und schneiden plötzlich die sanft ansteigende Fläche ab, so dass die Durchschnittslinien zugleich die Höhenlinien sind. Jeder der beiden letztern streicht ein Höhenzug parallel, der den Rand der Hochfläche überragt und durch Thäler oder Mulden von ihm geschieden ist. Das Phorphyrplateau in seiner Gesammtgestalt bildet daher eine überaus flache Mulde, deren Axe im Allgemeinen ostwestlich streicht, deren Ränder aber, obwol beide scharf markirte Höhenlinien, einander nicht genau parallel sind, sondern nach Osten convergiren. Die Höhen-

linien der Bergzüge, welche den beiden Rändern der Mulde parallel streichen, bilden gleichsam eine Fortsetzung der Muldenfläche. Der Charakter dieser Bergzüge aber ist im Süden und im Norden ein weit verschiedener. Im Norden sind sie in einzelne, durch tiefe Thäler getrennte Abschnitte aufgelöst. So wird das Möltner Joch durch das Sarnthal vom Rittner Horn geschieden, während zwischen diesem und dem Raschötz die Eisack im tiefen Spaltenthal fliesst, und doch müssen wir die drei Berge als Einen Höhenzug ansehen. Noch auffallender ist die zweite, nördlich sich anschliessende Höhenparallele bis in grosse Tiefe zerspalten. Im Süden hingegen treten geschlossene Bergketten mit bedeutender Kammhöhe auf. Zwar scheint schon der erste Grenzzug (Bocche-Zangenberg-Schwarzhorn) wegen seiner zwei Meilen breiten, tiefen Unterbrechung zwischen Monte Bocche und Zangenberg dagegen zu sprechen; allein diese Unterbrechung ist ganz anderer Art als jene im Norden beobachteten; alle Umstände charakterisiren sie als einen durch vulcanische Thätigkeit entstandenen Einbruch des Gebirges und in dem gesammten westlichen Verlauf bis hinab nach Lavis bildet der Zug eine ununterbrochene Wasserscheide. In ungleich vollkommneren Grade aber tritt der Contrast gegen die nördlichen Gebirge in der Lagorei-Kette auf mit der bedeutenden Höhe ihres Kammes, aus dem die nackten zackigen Gipfel luftig emporsteigen, und mit ihrem Charakter als einer geschlossenen, massiven Vormauer des Avisio-Flussgebietes, die nirgends einem Gewässer den Durchgang gewährt: eine Centralkette in kleinerem Massstab. So gross aber auch diese Unterschiede sind, fallen doch noch einige Analogien auf, welche besonders dazu beitragen, die Nord- und Südgrenze der West- und Ostgrenze des Porphyrplateau's entgegenzusetzen. Die eine besteht in dem beinahe gänzlichen Fehlen von Sedimenten jenseits der von uns angenommenen Grenzen, die andere in dem Auftreten der beiden Granitmassive von Brixen und der Cima d'Asta. Ist auch dies scheinbar ein rein geognostisches Moment, so kann doch der bedeutende Einfluss der beiden Eruptivmassen auf die Gestaltung der gesammten umliegenden Gebirgslandschaften nicht genug hervorgehoben werden. Allerdings war der Einfluss nicht gleichartig und an der Cima d'Asta ungleich mächtiger und weitgreifender, als an dem Granitmassiv von Brixen.

Westliche Umwallung des Porphyrplateau's. — In überaus verschiedener Weise von den bisher beschriebenen gestalten sich die orographischen Verhältnisse, wenn wir die Grenzen des Plateau's nach Westen und Osten überschreiten. Zu beiden Seiten erheben sich steile, oft beinahe senkrechte Wände über den Porphyr; sie sind der mauerförmige Abbruch fast söhlig gelagerter Sedimente, deren untere Abtheilungen sich auf beiden Seiten entsprechen, und schliessen das Porphyrplateau als einen von Nord nach Süd gerichteten, vier Meilen breiten Canal ein. Es drängt sich hier leicht die Schlussfolgerung auf, dass einst diese Sedimente über das ganze Plateau reichten und später durch die Zerstörungen des Wassers fortgeführt wurden.

Im Westen bilden die Sedimentärgebilde zunächst dem Porphyr einen acht Meilen langen, durch keine Einsenkung unterbrochenen Gebirgszug, der sich von dem Einfluss des Nos-Baches in die Etsch bei Mezzo Tedesco als stete Scheide zwischen Nosbach- und Etsch-Gebiet fast bis Meran erstreckt und nach dem 4787 F. hohen, wichtigen Pass der Mendola als das „Mendola-Gebirge" bezeichnet werden kann. Der Porphyr des Plateau's erreicht hier nur eine Höhe von 2000 Fuss und erscheint von Meran bis Tramin als das Liegende der Sedimente; dann verschwindet er und der südliche Theil des Gebirges fällt unmittelbar in die Alluvien des Etschthales ab. Die senkrechten Wände der aufgelagerten Schichten erheben sich zu einer mittleren Kammhöhe von 5000 Fuss, die im südlichen Theil geringer wird. So steil der östliche Absturz des Mendola-Gebirges auf die Ebene des Quarzporphyrs und weiter südlich auf die Ebene des Etschthales ist, so sanft verflacht sich dasselbe jenseits gegen das Val di Non oder Nonsberg. Die Schichten lagern hier flach muldenförmig und erheben sich gegen West, so dass der

Porphyr noch einmal zum Vorschein kommt; er lehnt sich unmittelbar an den Glimmerschiefer des Spitzner-Berges (7640 F. G. K.). Das Val di Non erhält dadurch den einförmigsten Charakter unter allen Thälern von Süd-Tyrol. Nur die Bäche, welche von dem Mendola-Gebirge herabkommen und in dem Novella-Bach, dem Hauptgewässer des Thales, münden, haben sich zum Theil tiefe, steilwandige Schluchten gegraben, welche bei dem Anblick des Ganzen als unbedeutende Risse in der Abdachung verschwinden, aber in ihrem Innern oft Erscheinungen imposanter Kalkwände, enger Schluchten und manchfach gestalteter Erosionen darbieten. Die höheren Theile der Gehänge sind mit schönem Nadelwald bedeckt, zum Theil durch weite Ueberschüttung mit Dolomittrümmern unfruchtbar, während tiefer hinab zahlreiche Dörfer in einem Garten von fruchtbaren Feldern sich ausbreiten. Dieser Reichthum und die Ertragsfähigkeit machen das an Naturschönheiten arme Thal in den Augen des Bergvolkes zu einem gepriesenen Eldorado.

Oestliche Umwallung des Porphyrplateau's. — Gleich steile Wände, wie an der Mendola, erheben sich in grossartiger Kühnheit als östliche Grenzmauer des Plateau's. Es sind die Dolomitcolosse des Schlern, des Rosengarten und des Latemar, denen sich als südlichstes Glied der Cornon oder Weisshorn-Berg bei Predazzo anschliesst, der zwar nicht mehr das eigentliche Plateau begrenzt, aber doch die natürliche Fortsetzung des Dolomitzuges bildet und gleich diesem über Quarzporphyr emporsteigt. Längs der gesammten, mehrfach tief unterbrochenen Mauer steigen die Wände beinahe senkrecht vom Porphyr unmittelbar zu den höchsten Gipfeln auf. Die bedeutendsten Höhen sind von Süden nach Norden:

Weisshorn-Berg	ungefähr 7800′
Reiter-Joch	nicht gemessen.
Latemar	
Rothwand	
Rosengarten	9800′ G. K.
Tschamin	8720′ G. K.
Schlern	8094′ △
	8085′ G. K.

Die tiefsten Einsenkungen sind:

Uebergang von Tiers nach dem Duron-Thal	ungefähr 7500′
Caressa-Pass	5753′ G. K.
Sattl-Jöchl	7251′ G. K.

Mit Ausnahme der tiefen Aufspaltung des Caressa-Passes, welcher das Fassa-Thal mit Botzen verbindet, fällt somit die Kammhöhe des Dolomit-Gebirges nicht unter 7200 F.; die höchsten Gipfel aber sind noch nicht gemessen, indem die Angabe der Höhe des Rosengarten auf Schätzung beruht. Der Latemar dürfte beinahe gleiche Höhe erreichen, während der Weisshorn-Berg als südlichster Ausläufer ungefähr die Höhe des benachbarten Lavacé hat. Die Gräte des Weisshorn fallen unmittelbar und schroff in das Thal des Avisio ab, der Dolomitzug ist damit gegen Süden abgeschnitten. Nördlich stürzt der Schlern auf die Seisser Alpe und diese mit ebenso steilen Wänden auf das Porphyrplateau ab. In der Fortsetzung verflachen sich diese Wände, bis sie dem steilen Aufbau der Geissler Spitzen Platz machen.

Mit dieser mächtigen Vormauer beginnt ein ganz verschiedenes Gebiet. Besteigt man einen ihrer Hochgipfel, zum Beispiel den Latemar, so erkennt man den Contrast in auffallender Weise. Westlich dehnt sich in der vollen Eintönigkeit seines Gesammtbaues das Porphyrplateau aus, eine dunkelbewal-

dete breite Strasse zwischen den zwei begleitenden Dolomitmauern. Die tiefen Spaltenthäler, welche seine hohen Reize bedingen, verschwinden von dieser Höhe. Im Norden und Süden sieht man es allmälig und mit geschwungenen Formen ansteigen, die schroffen Abstürze nach den beiden abgewendeten Seiten ahnt man nicht von hier. So verschwindet Alles, was dieser Landschaft Leben zu geben vermöchte, und es bleibt nur der Eindruck düsterer Eintönigkeit. In schroffem Gegensatz dehnt sich gegen Osten das lebensvollste Bild landschaftlichen Formenwechsels aus. Scharf markirte Umrisse, Kühnheit und Grossartigkeit im Aufbau, imponirende Erhabenheit der Formen sind die vorherrschenden Züge des Charakters. Nur in der Tiefe erscheinen hier und da sanftere Thallandschaften. Aber dieses ganze Durcheinander von Erhebungen und Thalsenkungen, von kleinen Hochflächen mit aufgesetzten isolirten Dolomitcolossen und tief eingesenkten Spalten stellt sich als ein chaotisches, unentwirrbares System dar. Man glaubt allenthalben die Spuren grossartiger Katastrophen, mächtiger Umwälzungen und Umgestaltungen in der scheinbar verworrenen Fülle von Gesteinen und Bergformen zu erblicken, und doch lehrt der innere Bau dieser Gebirge eine Einfachheit und Gesetzmässigkeit, welche man nie nach dem äusseren Anblick ahnen würde. Ich werde im Verfolg zu zeigen suchen, dass sich die plötzlichen gestaltenden Katastrophen auf das Mass einer einzigen bedeutenden Hebung zurückführen lassen, während im Uebrigen alle Erscheinungen auf langsame Vorgänge und Veränderungen schliessen lassen. Die Elemente des geognostischen Baues werden daher auch weiterhin die geeignetste Grundlage für die orographische Betrachtung unserer Gegend bieten. Sie führen zur Unterscheidung eines zweiten Plateau's, welches dem ersten aufgesetzt ist und das wir als

das Tuffplateau

bezeichnen. Orographisch ist es am schärfsten an der Seisser Alp gezeichnet. Von Seiss bis in das Grödner Thal erheben sich steile Wände über dem Porphyr. Ueber ihnen breitet sich die wellige Fläche der Seisser Alp aus, auf die der Schlern mit seinem östlichen Fuss abstürzt. Von dem Ostabhang dieses Berges und des Rosengarten erstreckt sich das Tuffplateau mit stets wachsender Breite gegen Osten, bis es südlich das Venetianische Gebiet betritt, östlich aber sich unter den Kalken der Ampezzaner Alpen verliert. Es umfasst die oberen Gebiete der vier Thäler Gröden, Enneberg, Buchenstein und Fassa und lässt sich über einen Flächenraum von acht Quadratmeilen mit dem Charakter eines Plateau's verfolgen. Die mittlere Erhebung kann man zu 6000 F. annehmen, doch steigt sie auch zu mehr als 7000 F. an und fällt dort, wo spätere Auswaschungen stattfanden, zuweilen bis unter 5000 F. Die Hochfläche besteht ihrem geognostischen wie ihrem orographischen Verhalten nach aus zwei Stufen, von denen die südliche, höhere, vielfach durchfurcht und in mehrere Glieder getheilt ist. Ein mächtiger Wall von Dolomit- und Kalkgebirgen umzieht dasselbe von den Rosszähnen über den Tschamin, Rosengarten, Monte Rocca, Campo Ziegelau nach dem Sasso Vernale und der Vedretta Marmolata. Das wichtigste und charakteristischste Glied in diesem halbkreisförmig umschlossenen Raum ist das Bufaure-Gebirge. In gleichem Niveau schliesst sich nordöstlich der Bergzug des Sasso di Capell und noch weiterhin der Col di Lana und Monte Frisolet an, ebenso im Nordwest der Monte delle Donne und Monte Palatscho. Die Einheit der Oberfläche aller dieser Glieder des höheren Theils des Tuffplateau's erkennt man in vorzüglicher Klarheit von der Höhe des Monte Creppa, der im Mittelpunkt des Ganzen liegt. In einer Linie vom Pass am Mahlknecht über den Sasso di Capell nach dem Col di Lana fällt die höhere Stufe ab, zum Theil schroff, wie am Zug „Auf der Schneid", zum Theil mit allmäligem Uebergang; es beginnt eine wenig niedere, aber wesentlich verschiedene Stufe. Von der Seisser Alp setzt sie unter dem Blattkogl und Pordoi-Gebirge

nach den Bergen von Sanct Cassian und unter dem Crespena- und Guerdenazza-Gebirge nach den Bergen von Sanct Leonhard und Wengen fort. Vom rein geognostischen Gesichtspunkt lässt sie sich noch bis in die Gegend von Ampezzo verfolgen. Wie das Porphyrplateau als eine zwischen den hohen Mauern der auflagernden Schichten eingeschlossene, langgezogene Tiefebene erschien, so verhalten sich auch viele Theile des Tuffplateau's zu den überragenden und aufgesetzten Kalkmassiven, so das Bufaure-Gebirge im Verhältniss zu dem Kranz der mächtigen Schroffen, von denen es umgeben ist, so die Tuffgebirge des Gader-Thales zu den beiderseits begleitenden steil abgebrochenen Kalkmauern. Ein Blick auf die Karte zeigt dieses Verhalten deutlich. Der Charakter der eigentlichen Tuff-Hochfläche bleibt immer derselbe. Während das tiefe Porphyrplateau die Waldregion bezeichnete, ist die höhere Tuffterrasse mit Alpen bedeckt; wie zur Ausgleichung ziehen sich an den steileren Thalgehängen die letzten Reste einer einst allgemeineren Waldbedeckung herab.

Der Gesammteindruck des Tufflandes als eines zusammenhängenden Plateau's wird aber sehr gestört durch die aufgesetzten Dolomitcolosse, welche sich bald regellos hier und dort mehrere tausend Fuss hoch über die Fläche erheben, bald als zusammenhängende Decke von ungeheuerer Mächtigkeit sich darüber ausdehnen und nur in tief niedersetzenden Spalten die Tuffe als ihr Liegendes erkennen lassen. Der erste der isolirten Colosse ist der Schlern, der dadurch eine der hervorragendsten Stellungen in den Gebirgen Süd-Tyrols einnimmt. Sein Westabhang reicht bis auf das Porphyrplateau hinab, östlich ruht er auf dem Tuffplateau. Weiterhin erhebt sich auf dem letzteren die gigantische Dolomitmasse des Langkofl's und Blattkogl's, vollkommen isolirt und in ihrer Form der imposanteste und schönste Dolomitstock von Süd-Tyrol. Nach kurzer Unterbrechung folgt das Pordoi-Gebirge, ein ausgebreitetes, vielzerspaltenes und vielgipfeliges Massiv, das nicht mehr, wie der Langkofl, durch seine Höhe, sondern durch seine Ausdehnung und schroffe Erhebung imponirt. Südlich bildet die Cima Pasni eine unbedeutende Fortsetzung, während nördlich, durch eine auf den Tuff niedergehende breite Kluft getrennt, sich eine noch weit grössere und noch manchfaltiger gegliederte Gebirgsmasse anschliesst, deren einzelne Theile die Namen Crespena-Kofl, Sass Sosander, Guerdenazza, Puëz, Geissler-Spitzen und Sobatsch führen. Wir bezeichnen dieses als eine mächtige Decke ausgedehnte Massiv, da es wie die meisten mehrgipfligen, in verschiedene Thäler schauenden Gebirge keinen einheitlichen Namen führt, als das Guerdenazza-Gebirge. Es ist bereits ein Plateau über dem Tuff-Plateau. Mit dem Peutler-Kofl, dessen isolirter Hochgipfel als mächtiger Grenzpfeiler weithin sichtbar und durch seinen eigenthümlichen Umriss leicht erkennbar ist, schliesst nach Norden diese Reihe aufgesetzter Gebirgsmassen. Alle fallen mit steilen, oft vollkommen senkrechten Wänden auf ihre Unterlage ab und mehrere tragen eine kleine Hochfläche, die sich mehr oder weniger in einzelne Kämme und Gipfel auflöst. In tiefen Spalten mit wilden zackigen Wänden rinnen die sparsamen Wasser herab und überschwemmen, wenn sie durch Regengüsse oder schmelzenden Schnee geschwellt werden, weithin die Tufflandschaft mit den unfruchtbaren Trümmern des Dolomits.

Ueberschreiten wir, wie wir es bei dem Porphyrplateau thaten, auch das Tuffplateau nach den verschiedenen Richtungen, so kommen wir zunächst *gegen Westen* wieder auf jene erstgenannte Hochfläche zurück, theils unmittelbar, theils durch Vermittelung des Schlern. Die *nördliche Vorlage* ist zunächst unter den Steilwänden der Seisser Alp ebenfalls das Porphyrplateau, weiter gegen Nord-Osten aber die Fortsetzung der Vorlage von diesem. Das *Thonglimmerschieferland* des Afferer Thales, des Lüsen und unteren Enneberg hebt sich unter dem Tuffplateau hervor, so dass dieses mit allen seinen liegenden Formationsgliedern sich auf dasselbe abdacht; dann aber erhebt sich der Schiefer zu einer Höhe, welche (in der Plose und dem Kronplatz-Berg) die angrenzenden Theile des Tuffplateau's überragt, so

dass zwischen beiden eine westöstliche Einsenkung verläuft. Die *östliche Grenze* ist der westlichen ähnlich. In langgedehntem Zuge, zum Theil gleich den östlichen Grenzwänden des Porphyrplateau's mauerartig abstürzend, erheben sich die westlichsten Höhen der Ampezzaner Kalk-Alpen: Dreifinger-Spitz, Col dai Latsch, Eisengabl, das Gebirge des Heil. Kreuz-Kofl's und des Lagazuoi, endlich der Set Sass und der Monte Nuvulau. Hiermit beginnt das vielgestaltige, manchfach zerrissene und gespaltene Kalkgebirge als eine dritte höchste Hochebene, die aber meist in wilde, ungeordnete Kämme mit öden Steinmeeren dazwischen und in einzelne schroffe Gipfel aufgelöst ist. Sie entwickelt sich allmälig auf dem Tuffplateau und alle jene isolirten aufgesetzten Massen kann man als die ersten Rudimente betrachten. Wo diese zu einem geschlossenen Kalkplateau zusammentreten, verlassen sie unser Gebiet. Weithin dehnt sich mit einheitlichem Charakter und doch mit endlosem Wechsel diese Kalkwelt gegen Südosten aus und wird bald von jüngeren Formationen bedeckt.

Die reichste Gliederung findet in dem Gebirgsland statt, welches jenseits der *Südgrenze des Tuffplateau's* liegt, zwischen ihr und dem mächtigen Zug der Lagorei.

Die Gebirge von Predazzo,

wie wir diese Landschaft bezeichnen, grenzen westlich an die Umwallung des Porphyrplateau's, östlich an das Herzogthum Venedig, mit dessen Landesgrenze sie auch einen ziemlich natürlichen Abschluss erhalten. Wie bereits erwähnt wurde, ist die höhere Stufe des Tuffplateau's in grossem südlichen Bogen von mächtigen Dolomit- und Kalk-Gebirgen umgeben. Der westliche und östliche Arm setzen nach Süden fort und das verbindende, den Bogen schliessende Glied erscheint daher jetzt als eine gewaltige Trennungsmauer der Gebirge von Fassa und Predazzo. Es zweigt sich an der Rothwand ab und erreicht im Monte Rocca und Sasso di Loch seine erste bedeutende Höhe. Im Monzoni, Cima di Campagnazza und Campo Ziegelau setzt es fort und schliesst sich hier an den gletscherreichen, in der Colossalität der Massen und Formen weit alle andern überragenden Kalkzug, welcher im Sasso di Val Fredda, Sasso Vernale und der Vedretta Marmolata seine bedeutendsten Höhen erreicht. Die imposante Grossartigkeit dieser Hochgipfel wiederholt sich nicht an dem Querriegel. Der einzige gemessene Gipfel dieses Zuges ist der Monzoni mit 8573 F. (G.K.), die zu Jochsteigen benutzten Einsenkungen erreichen gleichfalls eine bedeutende Höhe. Den Pass Alle Selle fand **Trinker** 8243 F., den Pass am Sasso di Val Fredda 9401 F. Der mauerförmige Charakter des beinahe genau von West nach Ost fortstreichenden Zuges tritt hierdurch klar hervor. Nach Norden zweigen sich kleine Gräte ab und das Tuffplateau reicht bis an den Kalk, aber im Süden ist ein tiefes Thal eingesenkt, welches den beschriebenen Charakter mit ausserordentlicher Klarheit erscheinen lässt. Den Zug des Latemar und Weisshorn, sowie den südlich der Cima di Lagorei haben wir bereits betrachtet. In dem von diesen drei Zügen eingeschlossenen Raume breitet sich die Gebirgswelt von Predazzo aus. Ihr höchster Punkt ist der Monte Bocche, zugleich die höchste Erhebung des Quarzporphyrs und eine Fortsetzung des Schwarzhorn-Zangenberg-Zuges. Der geognostische Culminationspunkt aber, zugleich orographisch der formenreichste, ist die Umgegend von Predazzo selbst.

Auf eine genauere Beschreibung der einzelnen Gebirgsglieder in unserm Gebiet gehen wir erst bei der Erörterung des geognostischen Baues ein.

2. Hydrographie.

Wenn in der Anordnung der Höhenzüge im südöstlichen Tyrol wenig Regelmässigkeit und ein häufiges Ineinandergreifen verschiedener Systeme waltet, so gilt dies in weit erhöhtem Masse von dem Lauf der Gewässer. Wirft man einen Blick auf die Karte, so fällt besonders der eine Umstand auf, dass die vier Hauptgewässer an Einem Knotenpunkt entspringen und, ohne selbst irgend welche Regelmässigkeit in ihrer Richtung zu befolgen, durch zwei aufeinander senkrecht gerichtete und an jenem Quellenpunkt sich kreuzende, gradlinige Wasserscheiden getrennt sind. Die Gewässer sind der Avisio, der Grödner Bach, der Gader-Bach und der Cordevole, welche nach allen Himmelsgegenden auseinanderfliessen: der Knotenpunkt ist das Dolomitmassiv des Pordoi-Gebirges, mitten auf dem Tuffplateau; die eine der Wasserscheiden ist von West nach Ost gerichtet, sie beginnt bei Blumau und ist durch den Tschaffon, die Rosszähne, Langkofl, Pordoi-Gebirge, Set Sass, Monte Tofana u. s. w. bezeichnet; die andere hat eine nordsüdliche Richtung und lässt sich vom Lercher Eck bei Onach über das Untermojer Eck, den Peutlerkofl, das Guerdenazza-Gebirge, das Pordoi-Gebirge, die Cima Pasni und mit einer östlichen Ausbiegung nach dem Fedaja-See und der Marmolata, weiterhin über S. Pelegrin nach dem Kalkgebirgskamm im Osten von Paneveggio und dem Cismone-Thal verfolgen. Aus den vier Ecken des Kreuzungspunktes der beiden Wasserscheiden entspringen die genannten vier Hauptströme. Je weiter vom Knotenpunkt entfernt, desto mehr schieben sich, gleichsam radienförmig, kleinere Thäler ein, welche sich zum Theil mit den erstern vereinigen. Allein das gesammte System divergirt keineswegs in wirklichen Radien, sondern hier zeigen sich nun gewisse herrschende Richtungen, denen die Gesteinsgrenzen, die Höhenzüge und die Thäler parallel sind.

Dies ist die Gesammtanordnung im Centrum unseres Gebietes. Der grosse Abzugscanal der Rienz-Eisack-Etsch, welcher dasselbe im Norden und Westen umsäumt, nimmt den grössten Theil dieser Gewässer in sich auf und schneidet die Art und Weise der Anordnung ab; nur gegen Südost fliesst der Cordevole der venetianischen Piave zu. Wir wenden uns erst zur Betrachtung des Hauptstroms und gehen dann zu den einzelnen dem Systeme der genannten beiden Wasserscheiden angehörigen Zuflüsse über.

Vergegenwärtigt man sich den Bau des krystallinischen Gebirges in Süd-Tyrol, wie wir ihn oben angeführt haben, jene beiden mächtigen Arme, die sich in der Gebirgswelt der Oetzthaler und Stubbayer Ferner unter einem stumpfen Winkel mit vielfacher Interferenz der beiderseitigen Richtung vereinigen, so ist die Etsch die grosse Lebensader dieses stumpfen Winkels; sie nimmt alle Gewässer desselben vom Tonale bis zum Drei-Herrn-Spitz auf und hat dadurch ein weitverzweigtes gewaltiges Flusssystem. Es wurde bereits angedeutet, dass in der Nähe der beiden Haupt-Aeste und entfernter von ihrem Vereinigungspunkt die Richtung derselben auch in den angrenzenden Gebirgsgliedern, in den Thälern und Höhenzügen, sich wiederholt. Dem westöstlichen Theil der Centralkette und zwar insbesondere der im Tauernzug zur Geltung kommenden Richtung ist ein einziges Thal parallel, der grosse Einschnitt der Rienz und der Gail oder des Puster- und Gail-Thales. Beide sind eine einzige Einsenkung, die sich fast ohne Unterbrechung in grader Linie dreissig Meilen weit hinzieht, von Mühlbach bei Brixen über Innichen, Mauthen, am Latschacher See vorüber bis zum Einfluss der Gurk in die Drau. Das System der Querthäler dieser Haupteinsenkung ist dort, wo sie im Gebiet der krystallinischen Schiefer liegen oder wo sie von der aus denselben Gebilden und Gailthaler Schichten bestehenden

Kette herabkommen, welche die Gail südlich begleitet, sehr einfach. Bei Mühlbach wendet sich die Rienz südlich und nimmt bei Brixen den Namen der kleineren, vom Brennerpass herabkommenden Eisack an, mit der sie sich vereinigt. Das vereinigte Gewässer wendet sich Anfangs nach Süden, wird aber bald von dieser Richtung abgelenkt, wie es scheint, durch die einzelnen Porphyrstöcke, welche im Osten den Thonglimmerschiefer durchbrechen. Dann schlägt es eine sehr entschiedene NNO.-SSW.-Richtung ein und durchströmt die Engen des Kuntersweges. Bei Blumau wendet es sich in diesem westlich und strömt der Etsch zu, mit der es sich unterhalb Botzen vereinigt. Wie die Rienz-Eisack in ihrem Lauf zwei so ganz verschiedene Richtungen befolgt, welche schnell in einander übergehen, so ist es auch mit der Etsch der Fall. Sie verlässt oberhalb Meran ihre bisherige Richtung und wendet sich unter einem rechten Winkel nach Südost. Hier ist der Grund in dem Betreten des Quarzporphyrgebietes klar angedeutet. Der vereinigte Strom fliesst von Botzen in einem von NNO. nach SSW. gerichteten, breit aufgespaltenen Thal dem Süden zu.

Der Charakter dieses Thalzuges, der Hauptadern in dem grossen Wassersysteme, ist sehr verschieden. Im *Glimmerschiefer* sind die Längsthäler meist flach muldenförmig eingesenkt, haben einen schwach welligen Thalboden, von dem mit geschwungenen Terrassen die Gehänge bis zu den höchsten Höhen ansteigen, der Thalgrund ist meist angebaut und die Cultur verliert sich allmälig an den Terrassen der Gehänge. Das Pusterthal ist ein echtes Längsthal der krystallinischen Schiefer und spiegelt diese Eigenthümlichkeiten auf das Treueste, und wo es sich von Mühlbach aus zu einem Querthal gestaltet, da bleibt der Charakter; denn dies ist kein eigentliches Querthal, es ist bereits der nordost-südwestliche Parallelismus angedeutet.

Im *Quarzporphyrgebiet* nehmen die Etsch wie die Eisack einen neuen, von dem bisherigen ganz verschiedenen Typus an. Da sich derselbe auf dem gesammten Gebiet dieser Gebirgsart wiederholt, so werfen wir kurz einen Blick auf die Thäler des Porphyrplateau's. Die erste Erscheinung, welche bei ihnen in die Augen fällt, ist ein Parallelismus, der mit den Grenzen des Porphyrs aufhört. Zwei Richtungen sind besonders auffallend; es sind: NNO.-SSW. und WNW.-OSO, die aber in voller Reinheit allerdings selten hervortreten. Dies ist auch leicht erklärbar. Wie später gezeigt werden soll, entstand das Plateau durch eine Reihe verschiedener Eruptionen. Die Anordnung des Materials war dadurch vielen Zufälligkeiten unterworfen, welche wiederum auf die Richtung der Thäler einwirken mussten. Der ersten Richtung folgt der Kuntersweg von Kollmann bis Blumau, wo er in die andere Richtung umbiegt, ferner das Etschthal von Botzen bis San Michele. Doch tritt sie in letzterem Thal und in dem westlichen Nebenthal von Kaltern und Tramin, sowie in dem Sarnthal nicht mehr so rein auf. Die andere, zu der genannten rechtwinkelige Richtung befolgen: der Grödner Bach, so weit er im Porphyr läuft, der Seisser Bach, Schlern-Bach, Tierser Bach, Kardauner Bach, welche in die Eisack münden. Ihnen schliessen sich südlich mit stets paralleler Richtung in die Etsch mündend an: die Thäler des Brantenbachs und Rennenbachs und zum Theil das bei Auer mündende Höllenthal. Auch die nördliche Wand des Eisack-Thales zwischen Blumau und Botzen hat dieselbe Richtung; sie ist die unmittelbare Fortsetzung des kleinen Steinecker Thales und setzt jenseits Botzen bis gegen Jenesien fort. Denselben zweifachen Parallelismus kann man in gleicher Weise am Etschthal von Meran bis Botzen und dem gesammten Gebirge zwischen diesem und dem Kuntersweg beobachten. — Alle Thäler des Porphyrplateau's sind Spaltenthäler. Bei einer unteren Breite des Spaltes von wenigen Klaftern erreichen oft die Wände eine Höhe von 2000 Fuss. Im Grunde stürzt der Bach brausend über die Trümmer, die er durch das enge Bett dem Hauptthal zuwälzt. Die Wände öffnen sich nach oben mehr und mehr und tragen endlich jene sanften Abhänge, welche zu den

früher beschriebenen, mit den kleinen Thälern gleich gerichteten Höhenzügen und muldenförmigen Thalebenen zusammentreten. Der Spalt ist nur eine Unterbrechung der letzteren. Von der schauerlich wildschönen Natur dieser Engen gibt die Spalte der Talfer bei Botzen eins der schönsten Beispiele. Sie ist oft so eng, dass nur der schäumende Bach darin Raum findet; an den kühn anstrebenden, massig gegliederten Wänden vermag sich kaum hier und da ein vereinzelter Baum einen Halt zu verschaffen, während auf den Zinnen der Felsen zu beiden Seiten die verfallenen Ritterburgen wie Adlerhorste thronen. Bei so ausgezeichneter Spaltenbildung, wie sie das Sarnthal zeigt und wie sie im Kuntersweg und beinahe in allen den kleinen von Südost herabkommenden Querthälern hervortritt, ist der Charakter auf den ersten Blick klar; aber auch das breite Etschthal, in welchem sich eine unendliche Fülle von Leben ausbreitet, ist nichts als eine ausgefüllte weite Porphyrkluft, deren steil aus dem Thalschutt aufsteigende Wände sich zu beiden Seiten entsprechen.

Dieses eigenthümliche Spaltensystem des Porphyrplateau's hat die jetzige Oberflächengestalt des letzteren hervorgerufen. Die oberen Ränder einer Kluft konnten nicht scharf bleiben, die Verwitterung zerstörte sie und rundete die zwischen je zwei Klüften gelegene Fläche mehr und mehr, bis sie zu einem sanften Hügelland umgestaltet war, dem die tief niedersetzenden Spalten als Ableitungscanäle für ihre Gewässer dienen. Als ein wesentliches Moment trägt zur Gestaltung der Abhänge die Eigenschaft des Porphyrs, in senkrechte Säulen zu zerklüften, bei. Dadurch entstehen treppenförmige Abstufungen, die gegen die Spalte hin an Schmalheit und Höhe zunehmen. Wir werden öfters Gelegenheit haben, auf diese Form zurückzukommen.

Wenn wir das Porphyrplateau mit seinem regelmässigen zweifachen Parallelismus verlassen, um uns den andern Theilen unseres Gebietes zuzuwenden, so begegnen wir keinem Systeme mehr, in welchem auch in den untergeordneten Gliedern ein Gesetz zu erkennen wäre. Der Grund liegt darin, dass keine andere Gebirgsart ein so selbstständiges Flussnetz hat. Das Tuffplateau enthält die Quellgebiete vieler Thäler; aber schnell eilen diese andern Gegenden mit andern Formationen zu und damit wechselt allemal der Charakter des Thales, oft auch seine Richtung. Verfolgen wir das gesammte radienförmig um den centralen Knotenpunkt, das Pordoi-Gebirge, angeordnete Wassersystem, so führt uns zuerst das Gader-Thal der Rienz zu. Es ist ungefähr von Süd nach Nord gerichtet, hat ein breites Quell- und ein enges Stromgebiet, mit Ausnahme des Rauhthales, eines weit in die Ampezzaner Kalk-Alpen entsendeten Armes. Der Oberlauf gehört dem Tuffplateau an und ist ein verzweigtes, wenig fruchtbares, enges Thal mit steilen, gerundeten, zum Theil waldbedeckten Wänden, über denen sich Alpenflächen ausbreiten. Die früher genannten isolirten Dolomitcolosse krönen mit ihren schroffen Abstürzen die Höhen und begleiten die Gader zu beiden Seiten. In dem tief ausgewaschenen Thal breiten sich mehrere Dörfer aus, deren Bewohner von der Alpnutzung leben. Der Mittellauf ist eine enge steilwandige Schlucht mit ebenso geformten Seitenschluchten; auch hier setzt in der Höhe das Tuffplateau fort. Die Dörfer liegen in den wenigen Weitungen und an steilen sonnigen Lehnen. Der Unterlauf ist ein Querthal im Gebiet des Thonglimmerschiefers, ein tiefer, unzugänglicher Einschnitt in eine weite, flache, reichbevölkerte Mulde, aus der sich die höheren Gehänge erheben.

Zwischen Gaderthal und Grödnerthal münden mehrere kleinere Thäler in die Rienz und Eisack. Sie gehören sämmtlich dem Gebiet des Thonglimmerschiefers an, entspringen aber in den aufgelagerten Triasgebilden. Die Thäler des Schiefergebietes erleiden aber hier eine wesentliche Umgestaltung. Die Rienz bildet ein Längsthal, die von Süden kommende Gader ein Querthal. Die mit der Gader parallele Eisack fliesst aber, wie wir sahen, zwischen Brixen und Klausen in einem Thal, welches den Charakter eines Längsthales hat und sich dadurch als dem Adamello-Ortles-Zug angehörig erweist; naturgemäss

haben die rechtwinklig dazu gerichteten Thäler (OSO. - WNW.) den Typus von Querthälern. Tief und schroff durchschneiden sie die Schichten des Schiefers und machen oft die gegenüberstehenden Gehänge zu weit getrennten Gegenden. Das Lüsenthal zeigt in seinem grossen bogenförmigen Lauf den Uebergang der beiden Systeme am deutlichsten. Nirgends kommt der Charakter eines Längs- oder Querthales recht zur Geltung. Erst kurz vor seiner Einmündung in die Rienz tritt der Charakter der queren Durchschneidung der Schiefer klar hervor. Am schärfsten ist jedoch derselbe an dem Afferer Thal ausgeprägt. Im Villnöss ist er durch eine Ausfüllung des Thalgrundes mit rothem Sandstein bereits undeutlich. Das obere Lüsen ist dem Gaderthal parallel, das untere Lüsen, Affers und Villnöss dem Grödner Thal.

Das Grödner Thal entspringt mit breiter Basis auf dem Tuffplateau und den aufgesetzten Dolomitgebirgen. Sein Flussystem erreicht durch die Seisser Alp eine bedeutendere Ausdehnung. Seine allgemeine Richtung ist OSO. - WNW., die Querthäler haben einen sehr unbestimmten Verlauf. Obwol das Thal in weiter Erstreckung dem Tuffplateau eingesenkt ist, verläugnet es doch durchaus dessen Charakter; denn es ist so tief in dasselbe eingeschnitten, dass nicht nur die Sohle, sondern auch die Wände des Thales aus den liegenden Schichten bestehen. Es gleicht daher dem Mittellauf des Gaderthales, hat aber mehr Weitungen, tiefere Auswaschungen an den Gehängen und eine im Allgemeinen günstigere Lage durch seinen ostwestlichen Lauf, dazu die betriebsamste Bevölkerung von Tyrol. Den Porphyr durchbricht es in einer Spalte, den Thonglimmerschiefer in einer engen Querschlucht. Beide haben beinahe gleiche Richtung.

Die nun folgenden Thäler des Porphyrplateau's mit ihrem Parallelismus und ihrem stereotypen Charakter wurden bereits erwähnt. Sie entspringen fast sämmtlich in der östlichen Umwallung des Plateau's und gehören in ihrem weiteren Lauf diesem allein an.

So kommen wir zu dem Avisio-Thal, dem interessantesten und wichtigsten Stromsystem in unserm Gebiet. Zwischen parallelen Wasserscheiden zieht es wie eine breite Strasse mit zweimaliger Veränderung seiner Richtung nach Süden fort. Um dasselbe richtig zu beurtheilen, müssen wir uns noch einmal zu den beiden Quarzporphyrgebirgen zurückwenden, welche im Süden des Plateau's mit stumpfwinkliger Anordnung das Centralmassiv der Cima d'Asta umspannen. Es zeigte sich, dass der Lagorei-Zug einen SW.-NO. und einen W.-O. gerichteten Arm hat, die am Canzenagol zusammenstossen, und dass das nördliche Gebirge dieselben zwei Richtungen in dem von Lavis nach dem Pass del Gaso und dem Schwarzhorn-Zangenberg-Bocche-Zug wiederholt. Zwischen diesen beiden Gebirgszügen ist ein breites und tiefes Thal eingesenkt, das gleichfalls beiden Richtungen folgt. Der von Südwest nach Nordost gerichtete, drei Meilen lange Theil desselben, von Lavis bis Altrey, führt den Namen Val di Cembra oder Zimberthal, der von West nach Ost gerichtete heisst in seiner vier Meilen langen Erstreckung von Altrey über Predazzo bis Paneveggio das Val di Fiemme oder Fleimserthal. Der Thalbach führt von Paneveggio bis Predazzo den Namen Travignolo, von dort bis Lavis den Namen Avisio. Bei Predazzo öffnet sich eine enge Spalte, welche den nördlichen Gebirgszug tief durchschneidet. Aus ihr stürzt das Gewässer eines grossen Thalsystems hervor, welches sich nördlich vom Monte Bocche ausbreitet und das dritte der am Pordoi entspringenden Thäler ist. Allenthalben von hohen Wasserscheiden eingeengt vermochte es sich nur hier einen Ausgang zu verschaffen, wo der geognostische Bau schon auf einen früheren ungeheuern Einbruch hindeutet. Jenes abgeschlossene Thalsystem führt den Namen Fassa, der Fluss ist der Avisio; doch gehört die Spalte mit dem zunächst nördlich davon gelegenen Ort Moëna noch zu dem Gebiet von Fleims. So hat das Flussgebiet des Avisio eine dreifache Gliederung; wir beginnen wie früher an seiner Quelle.

Der Avisio entspringt, wie alle dem Tuffplateau entquellenden Flüsse, mit breiter Basis, indem er von Campidello tiefe Wurzeln nach den Rosszähnen und dem Fedaja-See entsendet. In der Mitte zwischen beiden liegt das Pordoi-Gebirge. Kein Fluss unseres Gebietes hat in seinem Lauf mächtigere Hindernisse zu überwinden als der Avisio. Sie tragen zu der Vielgestaltigkeit und den klaren Aufschlüssen in seinem Gebiete bei. Seine Wiege liegt in dem grossartigen Amphitheater von Kalk- und Dolomitgebirgen, welche die höhere Terrasse des Tuffplateau's umstarren. Von allen Seiten strömen radienförmig die Gewässer nach Einem Ausflusscanal hinab. Er musste die mächtige Vormauer durchbrechen, überwand sie im Süden und strömte gegen Moëna. Hier kam abermals eine allseitige mächtige Umwallung. In dem südlichen Gebirge war der Vorbau am meisten gelockert, so wählte er sich dieses zum Durchgang und lenkte in die grosse Wasserstrasse zwischen den beiden Porphyrzügen ein. Den ersten Pass haben die Gewässer mit der Zeit bedeutend erweitert, da sowol die Tuffe als die andern Schichten im Liegenden der Dolomit-Umwallung geringen Widerstand leisteten; der enge Durchbruch ist zu einer dorfreichen Thalweitung geworden. Der zweite Durchbruch hat den Charakter eines Engpasses bewahrt.

So gliedert sich das Thalsystem des Avisio mehr und mehr und in natürlicher Weise. In dem obersten, nach allen Richtungen abgeschlossenen Gebiet von Fassa, welches bis Vigo reicht, werden die Wasserläufe von Umständen bestimmt, welche mit der eruptiven Thätigkeit in diesem Gebiet auf das Engste zusammenhängen. Sie sind daher sehr unregelmässig. Erst mit dem südlichen Querriegel des Sasso di Loch, Monzoni und Campo Ziegelau, welcher das Gebiet abschliesst, beginnt eine auch sonst häufige Richtung zur Geltung zu kommen, indem derselbe nördlich von einem Bach begleitet wird, welcher im Allgemeinen dem Gebirgsrücken parallel ist. Am Südabhang tritt dies noch ungleich entschiedener hervor, indem hier das tief eingesenkte Pelegriner Thal jenen Querriegel von dem parallelen Zug des Monte Bocche trennt. Betrachtet man die Gesammtrichtung des Avisio von Campidello bis Predazzo, so fällt der Parallelismus mit dem Kuntersweg, dem Etschthal u. s. w. auf. Allein wie dort die Richtung NNO.-SSW. harmonisch mit dem Wesen des Porphyrplateau's verbunden war, so scheint hier ihre Einheit ein zufälliges Resultat verschiedener zusammentreffender Umstände zu sein. Wenigstens lässt sich bis jetzt noch kaum ein tieferer Grund erkennen.

Bis Predazzo bewahrt das Avisio-Gebiet den Charakter ununterbrochener Abwechselung und reichster Manchfaltigkeit. Bei diesem Ort erreicht sie geognostisch ihren Höhepunkt, orographisch verschwindet sie schon. Wir betreten nun den Theil des Fleimser Thales, welchem vom geographischen Gesichtspunkt allein dieser Name gebühren würde. Es ist in seiner Erstreckung von Paneveggio bis Altrey ein breiter Canal, am Grunde flach, an beiden Seiten steiler und steiler ansteigend, bis endlich in der Höhe die schroffen und nackten Pyramiden folgen, welche der Porphyr des Lagorei-Zuges über seinem dunkelbewaldeten Massiv bildet. Die obere Strecke des Thales, von Paneveggio bis Predazzo, ist selbst zu hoch gelegen, um für Ansiedelungen geeignet zu sein, überdies da der Boden durchweg Porphyr ist. Dichter Nadelwald, von Alpenflächen unterbrochen, bedeckt weithin die Gehänge. Von Predazzo bis unterhalb Cavalese ist der Thalboden mit Alluvionen ausgeebnet, die unteren Gehänge bestehen aus Schichtgebilden und die Lage des Ganzen ist nicht mehr so hoch. Daher ist hier die bewohnteste Strecke des Gebiets von Fleims. Grosse Dörfer schmiegen sich auf dem Thalboden den Abhängen an, fruchtbare Felder dehnen sich in der Tiefe aus und erst höher hinauf beginnen die prachtvollen Forsten des Porphyrs. So selbstständig wie dieses Thal in seinem physikalischen Charakter ist, so individualisirt war auch von jeher seine Bevölkerung, sowol politisch als in Hinsicht auf den Charakter. Das thatkräftige, biedere, innig zusammenhaltende und intelligente Volk der Fleimser, das

sich in Gesetzen und Einrichtungen stets selbstständig zu erhalten wusste und selbst jetzt, nachdem es die eigene Verfassung aufgeben musste, doch seine Gemeinderechte gewahrt hat, zeichnet sich sehr vortheilhaft vor dem rohen und hinterlistigen Fassaner wie vor seinen übrigen Grenznachbarn im Etschthal und im Venetianischen aus.

Wo das Avisio-Thal in seine letzte Richtung umbiegt, nimmt es wieder einen andern Charakter an. Der Bach braust in einer tiefen und schroffen Spalte des Porphyrs, die flach muldenförmige Thallandschaft breitet sich in der Höhe aus. Daher ziehen sich von Molina und Altrey an die Dörfer aus dem Thalboden auf die höheren Gehänge, das Thal, obgleich die unterste Strecke des Avisio, ist rauher und unwirthlicher als der Mittellauf des Flusses. Zahlreiche Querthäler kommen in seitlichen Rissen, welche die frühere WNW.-OSO.-Richtung wiederholen, herab und erschweren die Verbindung der einzelnen Ortschaften ungemein. Keine Strasse führt in diese für eine höhere Cultur ganz ungeeignete Gegend und Fleims hat sich einen andern Verbindungsweg mit der Aussenwelt suchen müssen, den es über den niedrigen Pass von San Lugano leicht gefunden hat. Bei Lavis bricht der Avisio als ein mächtiger, wasserreicher Strom aus der langen Felsspalte hervor und ergiesst sich in die Etsch.

Das vierte am Pordoi-Gebirge entspringende Thal wird vom Cordevole durchströmt und führt bis zur Venetianischen Grenze den Namen Livinallongo. Wie die andern drei, so entspringt auch dieses Thal mit breiter Basis, indem es aus der Vereinigung des genannten mit dem kleinern Buchensteiner Thal entsteht. Wir folgen dem Lauf des Cordevole nicht weiter, da er seinen besonderen Gesetzen unterworfen ist, welche in unserm Gebiet nicht zur Geltung kommen. Er vereinigt sich mit der Piave und gehört dadurch einem ganz andern Stromsystem an.

Werfen wir einen Blick zurück auf die gesammte Gestaltung des südöstlichen Tyrols in orographischer und hydrographischer Beziehung, so finden wir überall eine strenge Abhängigkeit dieser Gliederung von dem geognostischen Bau. Die Vielgestaltigkeit des letzteren überträgt sich daher auch auf die physikalischen Verhältnisse im weitesten Umfang. Dennoch liess sich in aller der Manchfaltigkeit das Vorherrschen einiger Hauptrichtungen erkennen. Eine derselben ist die *Richtung von West nach Ost* mit einer geringen nordöstlichen Abweichung. Die parallelen Glieder sind: 1) der östliche Theil des Lagorei-Gebirges vom Canzenagol bis zum Pass von San Martino; 2) das Fleimser Thal von Paneveggio bis Altrey; 3) der Porphyrzug Pass del Gaso - Schwarzhorn - Zangenberg - Bocche; 4) das Thal von San Pelegrino; 5) das Gebirge Sasso di Loch - Monzoni - Campo Ziegelau - Sasso di Val Fredda; 6) die Abstufung der höheren Terrasse des Tuffplateau's gegen die tiefere, vom Pass am Mahlknecht über den Sasso di Capell nach dem Col di Lana. Eine zweite Richtung ist durch den andern Arm des Lagorei-Zuges als *Südwest-Nordost* angedeutet; sie geht aber, je weiter von der Cima d'Asta entfernt, desto mehr in *Südsüdwest-Nordnordost* über. Ihr gehören an: 1) der angedeutete Arm des Lagorei-Zuges bis zum Canzenagol; 2) der untere Theil des Avisio-Thales von Altrey abwärts; 3) der Porphyrzug von Lavis nach dem Pass del Gaso; 4) das dem letzteren nördlich vorliegende Kalkgebirge bis zum Cislon; 5) mehrere Theile der Wände des Etschthals; 6) der Kuntersweg von Kollmann bis Blumau. Endlich ist noch eine dritte Richtung, rechtwinklig zu der vorigen, in dem Spaltensystem des Quarzporphyrs angedeutet und ganz auf dieses beschränkt. Es ist die *von Nordwest nach Südost* oder auch, entsprechend den Schwankungen der andern, *von Westnordwest nach Ostsüdost*. Da sie, mit Ausnahme des Etschthales zwischen Meran und Botzen, nirgends bestimmend auf den Gebirgsbau im Grossen einwirkt, so ist ihre secundäre Natur und ihre untergeordnete Bedeutung, als an die Eine Gebirgsart geknüpft, klar. Sie steht zugleich mit der zweiten der angeführten Richtungen in so steter Verbindung, dass sie als eng an sie geknüpft erscheinen muss. Wir können sie daher als

kleine Querspaltungen von jenen Hauptspalten betrachten. Die Richtung von Nordwest nach Südost hat noch besondere Bedeutung für den geognostischen Bau, indem die ältere Trias, über welche sich die Tuffe ausbreiten, häufig in Reihen von Höhenzügen zusammengefaltet ist, welche jene Richtung haben; doch tritt sie in diesem Fall nirgends bestimmend auf die äusseren Formen auf.

So reduciren sich in dem manchfach gegliederten inneren und äusseren Gebirgsbau der Umgegend von Sanct Cassian, Predazzo und der Seisser Alp die Streichungsrichtungen der Gebirgsglieder, wo immer sich eine lineare Erstreckung beobachten lässt, auf zwei Hauptrichtungen, welche mit einander einen stumpfen, nach Südost geöffneten Winkel einschliessen. Sie führen uns wieder auf jene grosse Gliederung des krystallinischen Gebirges in Süd-Tyrol zurück, von der wir bei unserer Betrachtung ausgingen. Wie die Cima d'Asta mitten in dem geöffneten Winkel als ein vollkommen centralisirter Knotenpunkt und als ein isolirter vorgeschobener Posten des krystallinischen Gebirges zwischen den beiden Armen des Lagorei-Zuges sich erhebt, so beginnen mit diesen zwei Systeme paralleler Glieder, welche bis zu den beiden vom Oetzthaler und Stubbayer Fernergebirge divergirenden Hauptstämmen der Centralkette fortsetzen. Wenn man bedenkt, wie überaus manchfaltig die formgebenden Kräfte in den Gebirgen von Süd-Tyrol sich äusserten, wie oft langsame Hebungen und Senkungen wechselten und das Meeresufer und die Niederschläge auf seinem Grunde fortwährenden periodischen Veränderungen unterworfen waren, wie dazwischen eine gewaltige plötzliche Katastrophe die ganze Gestalt des Landes veränderte, wie Eruptionen auf Eruptionen folgten und mit örtlichen Störungen verbunden waren, endlich aber auch, welch langer Zeitraum von der Gestaltung des krystallinischen Gebirges bis zu dieser Reihe von Ereignissen der Triasperiode verflossen war, so ist in der That diese Regelmässigkeit eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung; sie zeigt, dass es hauptsächlich die ursprünglichste Gestaltung dieses Theils der Erdrinde war, welche bei allen späteren Veränderungen bestimmend wirkte, und weist auf den innigen Zusammenhang hin, in welchem alle die Oberflächengestaltung bedingenden Ursachen unter einander stehen.

III. Formationen und Gesteine.

A. Gliederung der Sedimentärgebilde.

Schichtenentblössungen und deutliche Profile sind in Süd-Tyrol häufig, doch übertrifft keines an Vollständigkeit und Klarheit das der Seisser Alpe, das wir daher als Ausgangspunkt wählen.

Die Seisser Alpe ist eine weite, hügelige, mit reichen Alpwiesen bedeckte Hochfläche von 4500 bis 6000′ Meereshöhe und einem Areal von einer Quadratmeile. Im Süden und Osten erheben sich majestätisch die mächtigen Dolomitmassen des Schlern (8094′ △) und des Blatt- und Lang-Kofl's in senkrechten Wänden aus der sanften Hochfläche; sie grenzen mit ihrem verbindenden Grat, der den Namen „auf der Schneid" führt und sich zu dem Pass am Mahlknecht oder Molignon (7064′ Oettl.) senkt, die Alpe nach diesen Richtungen ab. Gegen Norden erhebt sich die Hochfläche allmälig zu dem 6259′ (Oettl.) hohen Puflatsch und seiner östlichen Fortsetzung, dem durch spätere Katastrophen getrennten Piz-Berg (6164′ Oettl.), die auf ihrem sanft gerundeten Rücken gleichfalls noch kräftige Alpen tragen. Man steigt allmälig zur Höhenlinie an und steht plötzlich überrascht am Rande eines fast senkrechten Abgrundes, in dessen Tiefe das reizvolle Porphyrplateau von Seiss, Castelruth und Sanct Michaël mit einer Meereshöhe von 3000 bis 3500′ sich weithin ausdehnt. Die Seisser Alpe ist die Oberfläche eines colossalen Massivs, das jenem tieferen Plateau aufgesetzt ist, zu dem es nach Norden und Westen steil abfällt.

Dieses ganze Massiv ist gleichmässig aus Schichten aufgebaut, welche mit geringer Neigung von allen Seiten dem Innern der Alpe zufallen und an den erwähnten Steilabfällen nach Norden und Westen allenthalben in prachtvollen Profilen entblösst sind. Da die Wände bis zum Quarzporphyr hinabgehen, so erreichen die Profile nach unten ein Abschluss. Fünf Bäche, in welchen sämmtliche Wässer der Alpe sich sammeln, durchbrechen in engen Schluchten die Wände; der Cipit- (auch Frölsch- und in seinem unteren Laufe Seisser Bach genannt) und sein rechter Zufluss, der Frombach, fliessen nach Westen, während der Pufler Bach, Piz-Bach und Saltaria-Bach nach Norden hinabströmen. Da aber die Alpe nach dem Rande hin ansteigt, so müssen die Gewässer erst diese Vormauer durchbrechen oder einen See auf der Hochfläche bilden. Sie haben sich tief in die Gesteine des Randes eingewühlt und stürzen endlich in steilwandigen Schluchten nach der nächst tieferen Stufe, dem Porphyrplateau. In diesen Wasserrissen nun ist es, wo jene Schichtenentblössungen mit seltener Klarheit und bequem zu verfolgen sind. Am geeignetsten zur Untersuchung ist die Pufler Schlucht, auf deren wunderbar schönes Schichtenprofil zuerst Emmrich aufmerksam machte. Er hat es in seinen Grundzügen dargestellt und mit klarem Blick einige wichtige Hauptgruppen getrennt. Auch B. Cotta erwähnt desselben in seinen geologischen Briefen.

Profil von S. Peter im Villnöss über den Raschötz, im Pufler Bach aufwärts, über die Seisser Alpe und die Höhe des Schlern nach dem Tierser Thal (Prof. I).

I. Das Villnöss-Thal liegt von S. Magdalena abwärts wesentlich im Gebiet des *Thonglimmerschiefers*. An den Abhängen des Raschötz hinauf hält derselbe mit vielfachen Abänderungen an, bis sich plötzlich in senkrechten Wänden über ihm

II. der *Quarzporphyr* erhebt. Das zerborstene Gestein bildet ein wildes Trümmerhaufwerk an den Abhängen, durch das ein Weg sich nach der Höhe windet. Plötzlich erreicht dieser den Rand einer weiten, nach Südost geneigten Fläche, die ähnlich dem Puflatsch in ihrem nordwestlichen Theil den Höhepunkt erreicht, auf dem die Triangulirungs-Pyramide steht. Unmittelbar an ihr schneidet das Plateau scharf ab mit zwei unter einem Rechten Winkel nach Osten und Süden gerichteten Linien höchster Erhebung. Mit senkrechten Wänden ruht die Masse, eine mächtige Schale von Quarzporphyr, auf den Schiefern. Sie ist oben wenig geneigt, wölbt sich aber nach Südost mehr und mehr und fällt endlich mit bewaldeten steilen Abhängen in das Grödner Thal ab, um hier die Rolle der Gestaltung der Oberfläche an auflagernde Gesteine abzutreten. Die Auflagerungslinie zieht schief durch das Grödner Thal und erreicht dessen Sohle genau an der Stelle, wo der Pufler Bach in den Grödner Bach mündet. In dem Bett des ersteren aufwärts steigend begegnen wir nur den

III. *Sedimentären Schichten* der Seisser Alp. Ihre Reihe eröffnen:

1. *Rothe Sandsteine,* theils dunkel, theils hell, aber im Allgemeinen einen ziemlich gleichförmigen Charakter bewahrend. Kurz ehe man den Weg erreicht, der von Sanct Ulrich nach Castelruth führt, beginnen:
2. *Graulichweisse, mergelig-sandige Schichten* mit wulstigen Erhabenheiten auf den glimmerigen Ablösungsflächen. Sie führen zahlreiche *Posidonomya Clarai Emmr.* und viele andere, meist undeutliche Versteinerungen. Nach oben verschwindet allmälig der Sand, die Gesteine werden kalkig-mergelig. Die Mächtigkeit der einzelnen Schichten wechselt von ½ Zoll bis zu mehreren Fussen; die des ganzen Complexes beträgt wenigstens 400—500′, lässt sich aber wegen einer sehr bedeutenden Faltung im unteren Theile des Baches, in der Gegend von Pufl, schwer mit Genauigkeit bestimmen [1]).
3. *Rother, stellenweise grüngefleckter, mergeliger Sandstein,* wechsellagernd mit gleichartigen weisslichgrauen Schichten. Schichtenflächen glimmerig, uneben von vielen, zum kleinen Theil bestimmbaren Versteinerungen *(Naticella costata, Turbo rectecostatus* und andere *Gastropoden).* 40—50′
4. *Weisser zerklüfteter Sandstein,* an der Luft ockergelb verwitternd, mit Zwischenschichten von grünem dünnschiefrigen sandigen Letten. 10′
5. *Weisslichgraue mergelige Schichten* mit glimmerigen Ablösungsflächen, zuweilen kalkig und dann sehr dickschichtig, auch Knollen von Kalk umschliessend. Im unteren Theil versteinerungsreich. *(Posidonomya aurita, Naticella costata).* 40′
6. *Rothe thonige Schiefer* mit glimmerigen Ablösungsflächen und zahlreichen, meist unbestimmbaren Bivalven. 15′
7. *Bituminöser Kalk,* dünn, aber unvollkommen geschichtet, unregelmässig knollig zerklüftend. Nach oben wird der Kalkstein fester, die Zerklüftung nimmt ab, die Schichtung wird regelmässiger, die Färbung bräunlichgrau. Noch höher hinauf nimmt die bituminöse Beschaffenheit

---

[1]) Der durch einen heftigen Gewitterregen plötzlich mächtig angeschwollene Bach verhinderte die genauere Untersuchung der Gliederung dieses Complexes.

zu, die Schichtung verschwindet fast ganz, die Farbe ist ein fahles Leberbraun, das Gestein wird wieder kurz klüftig und bröckelig, zuletzt dolomitisch. Die Mächtigkeit dieses Complexes beträgt ungefähr 60′

Es entwickelt sich hieraus durch Uebergang:

8. *Ungeschichteter krystallinischer drusiger Dolomit*, Anfangs noch bituminös, später rein weiss, ein typischer Dolomit. Er bildet eine 90′ mächtige feste Bank und geht nach oben wieder in reinere Kalke über, welche nicht so bituminös sind wie die unteren. Dadurch wird die Mächtigkeit ungefähr 115′

Die Dolomit-Bank zieht sich längs dem ganzen Abhang der Seisser Alp als ein fortlaufendes Band hin, das auch in der Ferne einen bequemen Horizont gewährt.

Die Kalke von 7 und 8 sind an der Seisser Alp versteinerungsleer, der Dolomit enthält *Globose Ammoniten.*

9. *Conglomerat;* scharfkantige Bruchstücke von Kalken, wie es scheint, nur von No. 7 und 8, sind durch eine schwarze tuffartige Masse verbunden. 5′

10. *Schwarzer splittriger Kalk* ohne Versteinerungen. 4′

11. *Schwarzer Kalk,* sehr verunreinigt, nicht bituminös, mit muschligem Bruch, in wenig mächtigen, meist dünnplattigen, zuweilen schiefrigen Schichten. Führt eine kleine undeutliche Bivalve *(Posidonomya Wengensis)* und in dem Schiefer äusserst sparsame Exemplare von *Halobia Lommeli.* 30′

12. *Kalkstein mit Feuersteinknauern,* wechsellagernd mit vielen feuersteinfreien hellgrauen Kalksteinschichten. Mächtigkeit der Schichten bis 2′. Knauern von verschiedener Gestalt, zum Theil als Versteinerungsmittel von Globosen Ammoniten dienend; sie nehmen nach oben an Menge ab. — Im unteren Theil sind zahlreiche Zwischenschichten von grünlichem schiefrigem Thon, der in den feuersteinführenden Kalken oft den letzteren verdrängt und die Knauern umschliesst, in den feuersteinfreien Kalken aber die welligen Schichtenflächen überkleidet. Nach oben nehmen die Zwischenschichten einen ganz anderen Charakter an; es tritt an die Stelle des Thones allmälig dünnplattiger, zum Theil in quadratische Tafeln spaltender schwarzer kieselreicher Kalkstein, der Anfangs ganz versteinerungsleer ist, aber unter der obersten Schicht des Kalksteins mit Feuerstein fast nur aus dichtgedrängten Schalen von *Halobia Lommeli* besteht.
Gesammtmächtigkeit 90′

13. Eine Schicht *knotigen Kalksteins.* 1′

14. *Schwarzer schiefriger Kalk.* 1′

15. Sehr festes glimmerreiches *doleritähnliches Tuffgestein.* 2′

16. Ein unregelmässiger Wechsel von
a) schwarzen kalkreichen *Tuffschiefern;*
b) gelbem dünnschiefrigen *Mergel;*
c) *Tuffsandstein;*
d) *schwarzem dickschichtigem kiesligem Kalk;*

a ist vorherrschend im obern Theil und enthält unbestimmbare Pflanzenreste, zum Theil von Coniferen; d ist durch die ganze Folge zerstreut, besonders im unteren Theil und führt Halobien; c herrscht im oberen Theil; b folgt stets unmittelbar auf d. 12′

17. *Conglomerat,* ähnlich 9. Eckige Bruchstücke von grauem Kalk sind durch Tuffmasse verbunden. Das Gestein ist sehr hart und findet sich weit abwärts in zahlreichen Blöcken zerstreut. 5′

18. Dünnplattige schwarze *Tuffschichten* [1]). 2½′

19. *Augitporphyr,* gleichförmig über die bisherigen Schichten ausgebreitet, bildet einen Lagergang. 200′

Mit der oberen Grenze des Augitporphyrs erreicht man die Hochfläche der Seisser Alp, auf deren hügeliger Fläche der Pufler Bach seine Wasser aus mehreren Quellbächen sammelt. Wo immer man aufwärts steigt, begegnet man der gleichen Schichtenfolge; zunächst lagern auf dem Augitporphyr, seiner Fläche vollkommen parallel:

20. *Dünnplattige, fast schiefrige, schwarze spröde Tuffschichten,* zum Theil kieselige, stark verunreinigte Kalke, zum Theil thonschieferähnlich; sie führen *Halobia Lommeli, Ammonites Aon, Ammonites globosus* u. s. w., auch unbestimmbare Pflanzenreste. Wo die thonschieferartigen Schichten an den Augitporphyr grenzen, zeigen sie eine bedeutende Härtung, Verlust der Schichtung und sind kieselschieferähnlich. Sie sind also älter als die Eruption. 100′

21. Es folgt eine petrographisch überaus manchfaltig entwickelte Reihe von *Tuffschichten,* welche das ganze Plateau der Seisser Alp bilden. L. v. Buch verglich sie beim ersten Anblick mit Rapilli- und vulkanischer Asche und wir werden später ihre Natur als plutonische Sedimente und ihre Abstammung näher kennen lernen.

Die Tuffe selbst enthalten häufig Versteinerungen, doch wird die vollständige Fauna hauptsächlich durch einzelne eingelagerte Schichten charakterisirt, deren vorzüglichste folgende sind:

a) *Schichten wie No. 20,* treten allenthalben, aber doch vorherrschend im untern Theil, als Zwischenglieder auf. Wie dort führen sie stets *Halobia Lommeli, Ammonites Aon* und kohlige Pflanzenstengel.

b) *Rauchgrauer Kalkstein,* an der verwitterten Oberfläche gelblichbraun, sehr fest und zähe, *mit Drusen von Kalkspath-Skalenoëdern,* grossen *Korallenstöcken,* Stielgliedern von *Encrinus liliiformis, Terebrateln* der *S. Cassianer Fauna* u. s. w. Dieser Kalk, dessen Schichten selten unter 6′ mächtig sind, ist wegen seiner ungemein rauhen Oberfläche und seiner Neigung, in Blöcke zu zerklüften, häufig als „Dolomitblöcke" beschrieben worden, welche auf der Alpe, besonders in der Nähe des Puflatsch, zerstreut liegen sollen. Doch liegt Dolomit nur am Fuss des Schlern in Bruchstücken und ist sehr leicht von dem Kalkstein mit Skalenoëderdrusen zu unterscheiden.

c) *Mergeliger, rauchgrauer, schwach oolithischer Kalkstein,* gleichfalls mit brauner Oberfläche. Er ist in Schichten von 6—8 Zoll Dicke abgesondert, nicht so hart und zähe wie der vorige, zerklüftet parallelopipedisch und verwittert leicht, wobei die oolithischen Körnchen und eine grosse Masse von Versteinerungen, die der *Fauna von S. Cassian* angehören, zum Vorschein kommen. Sie wittern heraus und finden sich daher allenthalben lose liegend (Pflegerleithe am Frombach, Cipit, Piz-Berg, Auf der Schneid, am Pass zum Mahlknecht u. s. w.).

b enthält die ersten sparsamen Cassianer Versteinerungen und herrscht in den untern Theilen unsers Schichtencomplexes. Nach oben gehen die vereinzelt eingelagerten Schichten des Kalksteins **b** allmälig in **c** über, die Fauna entwickelt sich mehr und mehr, bis sie endlich in den Schichten **c** sich am meisten der vollendeten Fauna von S. Cassian nähert, doch wird die höchste Stufe der Ausbildung derselben auf der Seisser Alpe nicht erreicht.

---

[1]) Die Schicht No. 18 dürfte die Ansicht von Cotta widerlegen, welcher No. 17 als Reibungsconglomerat des Augitporphyrs betrachtet. Auch folgt erst in grösserer Entfernung nach abwärts ein Kalkstein, von dem die Bruchstücke stammen könnten, und von den zunächst an den Augitporphyr grenzenden Schichten ist nichts eingeschlossen. An dieser unteren Grenze vermochte ich nirgends ein Reibungsconglomerat wahrzunehmen.

d) Der eigenthümlichen Fauna wegen, welche ganz von der der erwähnten Schichten abweicht, mag hier noch eines Tuffgesteins erwähnt werden, das unter sehr eigenthümlichen Verhältnissen im letzten linken Zufluss des Frombachs auf der Alpe auftritt und die Versteinerungen der *Raibler Schichten* führt. Wir werden später ausführlicher auf die Beschreibung dieser Schichten und auf die Gründe ihrer scheinbar anomalen Lagerung eingehen. (S. die Abschnitte: „Raibler Schichten" und „Seisser Alp".)

Die Gesammtmächtigkeit der Tuffe ist wol auf einige Tausend Fuss anzuschlagen, wechselt aber sehr auf kurze Entfernungen.

22. Den Tuffen aufgelagert ist der *Dolomit des Schlern,* welcher Globose Ammoniten führt. Er erreicht am Langkogl eine Mächtigkeit von ungefähr 5000′, in unserm Profil am Schlern 3000′

23. *Rothe* und *weisse sandige Dolomite* und *dolomitische Sandsteine,* die weissen Schichten reich an Bohnerz. Sie führen *Chemnitzia alpina Eichw. sp., Cardinia problematica Klipst. sp., Pachycardia rugosa Hau., Myophoria Kefersteinii Münst. sp., Myophoria elongata Hau.,* zahlreiche neue Formen von *Gastropoden, Korallen* u. s. w. Die Mächtigkeit scheint ungefähr 100′

24. *Hellgrauer Dolomit,* nicht drusig, regelmässig geschichtet. Bildet die Spitze des Schlern.

Dies sind die höchsten Schichten unseres Profiles. Verfolgen wir dasselbe weiter hinab nach Tiers, so erscheint zunächst wieder

22. *Dolomit des Schlern* und unmittelbar darunter

8. *Dolomit,* scharf von dem vorigen getrennt; ebenso folgen in gleicher Vollständigkeit wie aufwärts 7—1 und endlich

II. der *Rothe Porphyr.*

Da das Schichtensystem der Seisser Alp den grössten Theil der südtyrolischen Sedimentgebilde in sich vereinigt, so können wir die Gliederung derselben unmittelbar an das eben analysirte Profil anknüpfen. Die verschiedenen Abtheilungen ergeben sich gerade hier sehr deutlich, sowol vom paläontologischen, als vom petrographischen und stratigraphischen Gesichtspunkt.

No. 1—6 besitzen das gemeinsame petrographische Merkmal: Vorherrschen von Sandstein und weichen Mergeln, Häufigkeit glimmeriger Ablösungsflächen und Fehlen von reinem Kalk; paläontologisch sind sie charakterisirt durch das häufige Vorkommen von *Posidonomya Clarai Emmr., Posidonomya aurita, Avicula Venetiana, Myacites Fassaensis, Naticella costata, Turbo rectecostatus, Ceratites Cassianus,* sowie durch das gänzliche Fehlen von *Ammonites globosus* und von *Halobia Lommeli.* Mit der obersten Schicht von No. 6 sind alle diese Eigenschaften auf das Schroffste abgeschnitten, nachdem rothe glimmerige sandige Mergel mit den leitenden Versteinerungen noch einmal charakteristisch aufgetreten sind.

No. 7—24 haben petrographisch wenig andere gemeinsame Merkmale, als den unendlichen Wechsel; doch ist wohl zu berücksichigen, dass die Dolomite No. 8 und 22 von vollkommen identischem, sonst sehr seltenem Typus sind, dass schwarze plattige unreine Kalkschiefer von 11 bis 21 sich fortwährend einschieben, dass von der Tuffconglomeratschicht No. 9 bis hinauf zu No. 21 Tuffe bald sporadisch, bald herrschend erscheinen. Nicht eine einzige Schicht des überaus mächtigen Complexes erinnert an die der unteren Abtheilung. Paläontologisch ist derselbe ausgezeichnet durch das gänzliche Fehlen der für jenen charakteristischen Versteinerungen und durch das durchgreifende Vorkommen von *Ammonites Aon, Ammonites globosus* und *Halobia Lommeli* bis hinauf zu No. 21.

Sämmtliche Schichten des Profils gehören zur Trias, mit Ausnahme von No. 24, das wir später als dem *Dachsteinkalk (Lias)* angehörig nachweisen werden; *Posidonomya Clarai* der tiefsten

Lagen ist ebenso sicher als dieser Formation angehörig erwiesen, wie *Myophoria Kefersteinii* und die andern Versteinerungen des Schlern. Es scheint somit in den Verhältnissen des Profils wohl begründet,

Untere Trias (1—6) und

Obere Trias (7—23)

zu unterscheiden, eine Dyas, welche in allen Triasgebieten der Alpen in gleicher Weise auftritt. Beide Abtheilungen lassen sich in dem Profil der Seisser Alpe noch weiter gliedern.

A. **Untere Trias.** Zunächst können die Schichten No. 1 des Profiles als besondere Abtheilungen gelten, da sie sich durch den gänzlichen Mangel an Versteinerungen und durch besondere petrographische Merkmale auszeichnen. Diese bestehen in dem Alleinherrschen grober Sandsteine von rother und weisser Farbe, welche sich als Tuffbildungen des Quarzporphyrs zugleich geologisch scharf unterscheiden. Das Auftreten der graulichen mergeligen und sandigen glimmerreichen Schichten ist in unserm Profil plötzlich; unterhalb des eben bezeichneten Weges ist die Grenze und von hier an kommt in höherem Niveau kein jenen Sandsteinen ähnliches Gestein vor. Nicht weniger scharf ist No. 2 nach oben begrenzt durch das Verschwinden der Kalke und das plötzliche Auftreten rother mergeliger Schichten, insbesondere aber durch die Versteinerungen. *Posidonomya Clarai* ist durchaus charakteristisch dafür; ich konnte sie in keinem höheren Niveau finden. Eine dritte bestimmt ausgesprochene Abtheilung bilden die Schichten 3—6. Sie führen *Posidonomya aurita, Naticella costata* und viele andere Arten eigenthümlich, während einige andere Versteinerungen mit No. 2 gemeinschaftlich sind. Somit würden sich für die untere Trias drei Etagen ergeben:

1. Rother Sandstein (1); da wegen des Vorkommens von rothem Sandstein in No. 3 diese Benennung wenig bezeichnend ist, auch der Name für die ganze untere Trias angewendet wurde, so nennen wir diese Abtheilung *Grödner Sandstein* wegen ihrer Verbreitung im Grödner Thal, insbesondere bei dem Dorf S. Ulrich oder Gröden.
2. Schichten mit *Posidonomya Clarai* (2 des Profils). Wir nennen sie *Schichten von Seiss*, aber nicht in der von **Wissmann** [1]) aufgestellten, sondern in der angeführten mehr eingeschränkten Bedeutung.
3. Schichten mit *Naticella costata* (3—6) oder *Campiler Schichten* nach ihrem sehr ausgezeichneten und versteinerungsreichen Auftreten bei Campil im Gader-Thal.

B. **Obere Trias.** In dieser ist die Gliederung nicht mit derselben Schärfe ausgesprochen. Die Fauna ändert sich zwar von unten nach oben bedeutend, allein nicht mit bestimmten Grenzen, sondern mit oftmaligen Wechsellagerungen verschiedener Facies, die meist an gewisse, in entsprechender Weise sich periodisch wiederholende Gesteine gebunden sind. Dennoch aber tritt jede Fauna in irgend einem Niveau in ihrem reinsten Typus auf, und so gross auch die Zahl der durch mehrere Glieder durchgehenden Arten ist, lassen sich doch einzelne Etagen und einzelne Facies mit Sicherheit unterscheiden. Was zunächst No. 7 und 8 des Profils betrifft, so sind sie an der Seisser Alp nicht durch Versteinerungen charakterisirt. Man könnte hier geneigt sein, sie wegen der unten und oben auftretenden Kalke für den zeitweise veränderten Niederschlag Einer Periode zu halten und sie zusammenzufassen. Allein, wie wir unten bei der weitern Verfolgung der einzelnen Formationsglieder sehen werden, trennen sich in andern Theilen des Gebietes die Kalke und Dolomite von Nr. 7 und 8 bestimmter in zwei Etagen, die durch verschiedene Versteinerungen charakterisirt sind. Es ist möglich und wahrscheinlich, dass die

---

[1]) Beiträge zur Petrefactenkunde von Gr. Münster, Bd. IV, S. 4—9. — Wissmann fasst darunter unsere sechs ersten Abtheilungen zusammen, die wir später als die „ältere Abtheilung" der Trias von Süd-Tyrol charakterisiren werden.

gänzliche Verschiedenheit der beiden Faunen durch den veränderten Niederschlag verursacht wurde, da die Versteinerungen der unteren Kalke zum Theil noch in weit höherem Niveau, die Formen des Dolomits aber mit geringen Abweichungen in höhern Dolomiten auftreten. Wenn es aus diesem Grunde nicht auffallen könnte, in irgend einer andern Gegend, wo die Niederschläge umgekehrt auf einander folgten, auch die Aufeinanderfolge der beiden Faunen umgekehrt zu finden, so müssen doch beide auf das Entschiedenste zum mindesten als zwei verschiedene Facies getrennt werden. Wir haben somit zwei weitere Abtheilungen:

4. Die dunkeln Kalke von No. 7 des Profils. Weiter im Süden werden sie schwarz und führen: *Spirifer fragilis, Terebratula Mentzelii, Ter. vulgaris, Retzia trigonella.* Dies sind aber die charakteristischen Arten des *Opatowitzer Kalks* in Oberschlesien und jener schwarzen plattigen Kalke mit wulstiger Oberfläche, welche auch in den Nord-Alpen die obere Trias eröffnen und welche ich dort nach dem Virgloria-Pass in Vorarlberg *Virgloria-Kalk* genannt habe [1]. Wir behalten diese Benennung auch für die Süd-Alpen bei.
5. Der Dolomit (8) nimmt weiter gegen Süden und Westen bedeutend an Mächtigkeit zu, ist von den schwarzen Kalken schärfer getrennt und führt eine Fauna, deren Arten denen des *Esino-Kalkes* analog, aber nicht identisch sind. Wir werden sie als eine gleiche, aber in einem tieferen Niveau auftretende und entsprechend abweichende Facies kennen lernen. Nach dem charakteristischen Auftreten an dem durch **Buch's** Beschreibungen bekannt gewordenen Mendola-Berge bei Kaltern (der bereits ausserhalb der Grenze der Karte liegt) bezeichne ich diese Etage als *Mendola-Schichten.*

Gehen wir in dem Profil der Seisser Alp weiter aufwärts, so erscheint die Schicht **9** als unwesentlich, auch fehlt sie in vielen Gegenden. No. **10** und **11** gehören zusammen und sind durch die ersten Spuren von *Halobia Lommeli* sowie durch ihre petrographische Beschaffenheit die ersten Vorboten der sehr ausgezeichneten Facies der Wenger Schichten, deren Hauptperiode später fällt. Eine bestimmter gezeichnete Etage, die in gleicher Weise durch unser gesammtes Gebiet verbreitet ist und in einigen Theilen eine ausserordentliche Mächtigkeit erreicht, bilden die feuersteinführenden knolligen Kalke No. 12 und 13. Mit ihren obersten Lagen wechseln bereits halobienführende Schiefer, die sich später mächtiger entwickeln, in No. 14, 15, 16, 17, 18 das Vorherrschende sind und in No. 20 den Höhepunkt ihrer Entwickelung erreichen. Ihr Gestein wie ihre Fauna verlangen eine scharfe Trennung von dem vorhergehenden Gebilde. Somit erhalten wir:

6. *Buchensteiner Kalke* (12, 13), so genannt nach ihrem Vorkommen unter dem Schloss Andraz oder Buchenstein am Cordevole-Bach. Hornsteinführende Kalke, wellenkalkähnliche Gesteine und Kalk-Conglomerate. *Ammonites globosus.*
7. *Wenger Schichten* (14, 15, 16, 17, 18, 20, 21 a.). Diesen Namen führte **Wissmann** für den Haupthorizont der *Halobia Lommeli* ein. Er ist von dem Dorf Wengen, dem ersten versteinerungsreichen Fundort dieser Schichten, hergeleitet. Es sind schwarze und braune, stark durch feinerdigen Tuff verunreinigte, plattige und schiefrige Kalke mit *Halobia Lommeli, Avicula globulus, Posidonomya minuta, Ammonites Aon* in sehr grossen Exemplaren, Pflanzen u. s. w.

Bis hieher tritt mit Ausnahme der durch die gesammte obere Trias fortdauernden Arten kein eigentlich charakteristisches Petrefact der Fauna von Sanct Cassian auf. Die Bedingungen zu ihrer

---

[1] Geognostische Beschreibung der Kalk-Alpen von Nord-Tyrol und Vorarlberg. Jahrbuch d. k. k. Geolog. Reichsanstalt, Bd. X. 1859.

Entwickelung und Existenz beginnen sich erst jetzt zu gestalten. Es folgen dem Haupthorizont der *Halobia Lommeli* an der Seisser Alp und im ganzen übrigen Theil unseres Gebietes die überaus mächtigen Tuffablagerungen mit fortdauerndem, aber in gewisse Schranken gewiesenem Gesteinswechsel. Mit dem Gestein ändert sich der Charakter der Fauna; doch ist dieselbe hauptsächlich an die erwähnten eingelagerten Zwischenschichten gebunden. Wir unterscheiden demgemäss:

8. Die rauchgrauen zähen Kalke, welche auf der Seisser Alp mehrfach eingelagert sind (21^b), und nennen dieselben: *Kalkstein von Cipit* nach der Sennhütte Cipit im tiefsten Thal der Alpe, wo sie besonders charakteristisch auftreten. Sie sind charakterisirt durch *Encrinus liliiformis, Terebrateln der S. Cassianer Fauna* u. s. w.
9. *Schichten von Sanct Cassian* (21^c). Auch sie treten in verschiedenen Niveaux der Tuffe auf, sind aber besonders für deren höchste Schichten charakteristisch. Die Fauna von S. Cassian tritt in den tieferen Einlagerungen unvollkommen, in den höchsten vollkommen entwickelt auf.

Die höheren Schichten in unserm Profil reihen sich nun von selbst weiter an. Der Dolomit No. 22 weicht von den liegenden Tuffen vollkommen ab und erweist sich auch durch seine ausserordentliche Mächtigkeit wie durch seine Fauna als ein selbstständiges Glied. Dasselbe ist der Fall mit No. 23. Wir nennen sie:

10. *Schlerndolomit* oder *Hauptdolomit* (22) mit *Ammonites globosus* und
11. *Raibler Schichten* (23). Diese Benennung führte Hr. **Fr. Ritter v. Hauer** für die durch dieselbe Fauna charakterisirten Schichten in andern Theilen der Alpen ein.

Mit den Raibler Schichten schliesst, wenn man den Dachsteinkalk zum Lias rechnet, in andern Theilen der Alpen das alpine Aequivalent der deutschen Trias. Wir sind demnach schon von diesem Gesichtspunkt berechtigt, das nächstfolgende Gestein auf der Höhe des Schlern als dem Lias angehörig zu betrachten, da auch seine petrographische Beschaffenheit gegen eine Vereinigung mit den Raibler Schichten spricht. Doch wird eine solche Trennung zur Gewissheit, wenn man das Formationsglied weiter verfolgt. Wir werden unten nachweisen, dass es am Set Sass die Dachsteinbivalve führt, und unterscheiden somit als höchstes Glied unseres Profils:

12. *Dachsteinkalk* und *Dachsteindolomit* des unteren Lias (24) mit *Megalodus scutatus.*

Diese Formationsreihe im Profil der Seisser Alpe erweist sich durch die Vergleichung mit andern Theilen unseres Gebietes als überaus vollständig. Nirgends finden wir Schichten, welche hier nicht vorhanden wären, und die Gliederung 1—12 behält somit ihre Bedeutung für den gesammten Theil von Süd-Tyrol, welcher hier in Betracht kommt. Allein es haben im Osten noch weitere Niederschläge stattgefunden. Die Dachsteinkalke, welche am Schlern sehr gering entwickelt sind, erreichen in den Ampezzaner Alpen eine ausserordentliche Mächtigkeit, der untere Lias ist dort die herrschende Formation. Unter eigenthümlichen Verhältnissen tritt dort ein Formationsglied mit einer höchst charakteristischen Fauna auf, welches bisher an keinem andern Orte nachgewiesen wurde. Wir nennen es mit **Klipstein** (östl. Alpen, S. 61, 62) nach seinem einzigen Fundort

13. *Schichten vom Heiligen Kreuz* und werden nachzuweisen suchen, dass es eine Brackwasserbildung aus dem tiefsten Niveau der Dachsteinkalke, mithin nur als eine besondere Facies der letzteren, ähnlich den Kössener und Grestener Schichten, zu betrachten ist.

Ueber dem Lias folgt in den Ampezzaner Alpen:

14. *Mittlerer Jura,* dessen genaue Stellung noch nicht ermittelt ist.

Ausserdem finden sich sporadische Auflagerungen jüngerer Schichten.

Wir wenden uns nun zur Darstellung des petrographischen und paläontologischen Charakters, sowie der Verbreitung der einzelnen Formationsglieder und haben dabei besonders die Modificirung derselben in den einzelnen Theilen unseres Gebietes ins Auge zu fassen.

a. Untere Trias.

1. Grödner Sandstein.

Wo immer man in Süd-Tyrol das Gebiet des Porphyrs und der krystallinischen Schiefer verlässt, um das der Sedimentärgebilde zu betreten, überall muss man erst die Stufe des Rothen Sandsteins überschreiten. Nur an wenigen Stellen findet eine Unterbrechung in dieser Umsäumung des Schichtgebirges statt, indem einzelne Theile des alten Meeresbodens inselförmig bis über das Niveau der Ablagerung des Grödner Sandsteins hinausragen und jüngere Schichten tragen. Man sieht an solchen Stellen, wie z. B. am Medel-Berg bei Welschnoven, wie die älteren Trias-Gebilde Schicht für Schicht an die Höhe heranreichen und sich an ihr auskeilen, bis ein höheres Glied darüber hinwegzieht. Oft, wenn die bedeckenden Schichten zurücktreten, erreicht der Grödner Sandstein eine bedeutende Ausdehnung und bildet dann ein hügeliges fruchtbares Gelände, das nur selten, wie bei Deutschnoven, inselförmig isolirt ist, sondern sich meist allmälig zu den steileren Formen der aufgelagerten Schichten entwickelt. Die Mächtigkeit wechselt mit der Tiefe des alten Meeresbodens, und oft sieht man, wo derselbe wellig ist, das Schichtensystem abwechselnd anschwellen und zusammenschrumpfen.

Die Unterlage des Grödner Sandsteins ist zum Theil Thonglimmerschiefer, zum Theil Quarzporphyr. Gegen den Thonglimmerschiefer sind die Schichten stets scharf abgegrenzt; aber es findet doch eine Wechselbeziehung statt, indem der Schiefer in den angrenzenden Theilen intensiv roth gefärbt, der Sandstein aber reich an schuppigem Glimmer ist, der auf den Schichtflächen bis hoch hinauf herrscht.

Die Grenze gegen den Porphyr ist niemals scharf und in den meisten Fällen kann sie nicht festgesetzt werden. Der Rothe Sandstein verliert allmälig seine deutliche Schichtung, wird fester und geht endlich in die Masse des Quarzporphyrs über; an anderen Stellen nimmt er nach unten mehr und mehr grosse rundliche Einschlüsse auf, die Schichtung wird bankförmig und zuletzt geht durch allmälige Zwischenstufen auch dieses Gestein in den Porphyr über. Untersucht man die Zusammensetzung beider Gesteine, so zeigt sich in der Art ihrer Bestandtheile kein wesentlicher Unterschied; nur das krystallinisch-körnige Gefüge zeichnet den Porphyr vor dem Sandstein aus.

Diese Beschaffenheit des Rothen Sandsteins erkannte schon **L. v. Buch**; er wies die Feldspathkrystalle des Porphyrs als Bestandtheile von jenem nach und hielt den Sandstein daher für ein Zerstörungsproduct des Porphyrs. Auch später wurde dieses genetische Verhalten von allen Beobachtern gefolgert und jene Gesteine, welche in der Mitte stehen und mit porphyrartigem Gefüge Schichtung verbinden, wurden als „regenerirter Porphyr" betrachtet. Allein, so sehr auch diese Ansicht in gewissem Grade das Verhalten richtig bezeichnet, so bedarf sie doch noch einer bedeutenden Modification. Denn jenes Regeneriren würde eine Zerstörung des Porphyrs durch eine spätere Wasserbedeckung erfordern und man müsste voraussetzen, dass das Eruptivgestein einer weit früheren Periode angehört, als der Sandstein. Allein ich werde später zu zeigen suchen, dass der Grödner Sandstein eine Tuffbildung des Porphyrs und, wiewol ein secundäres Gebilde, doch zum Theil gleichzeitiger Entstehung mit ihm ist. Das Verhältniss ist vollkommen analog dem des Rothliegenden in den Porphyrdistricten Mitteldeutschlands; wie dort, so waren auch in Tyrol die Eruptionen untermeerisch; ein Theil ihres Materials wurde mechanisch zerstört und in Schichten abgelagert; allein die Zerstörung fand nicht mit jener Heftigkeit statt, von der die Conglomeratbänke des Rothliegenden Zeugniss geben.

Petrographisch zeigen die Gesteine der Formation des Rothen Sandsteins eine nicht unbedeutende Manchfaltigkeit, um so mehr, als man ihnen eine beliebige Anzahl der Uebergangsstufen in Porphyr und in Tuffconglomerat anreihen kann. Wir schliessen hier diese Uebergangsstufen aus und betrachten nur den gleichmässig körnigen geschichteten Sandstein als das eigentlich rein neptunische Gebilde unter den durch die Eruption des Quarzporphyrs entstandenen Gesteinen. Alle anderen Glieder sind bei den Tuffen einzureihen. Man könnte sie, analog der für den Augitporphyr aufgestellten Bezeichnung, als *Eruptivtuffe* betrachten im Gegensatz zu dem Rothen Sandstein als *Sedimentärtuff*. In dieser Beschränkung ist der Rothe Sandstein ein *Agglomerat von abgerundeten Feldspath- und Quarz-Körnern, die in einer lockeren, feinerdigen, tuffartigen Masse inneliegen. Glimmerblättchen* sind häufig eingemengt, meist ohne regelmässige Anordnung nach den Schichtenflächen; sie stammen wahrscheinlich zum grossen Theil aus dem Thonglimmerschiefer, welcher an mehreren Stellen das Ufer des Meeres bildete. Allein zuweilen haben die Blättchen eine regelmässig sechsseitige Gestalt und sind genau parallel der Schichtung. Alsdann können sie wol nur aus der Zersetzung des Gesteins hergeleitet werden. Dieser Fall findet besonders ausgezeichnet statt bei Povo unweit Trient, in der Schlucht des Baches Séalé. Der Feldspath dieses Gesteins ist in eine grünlichweisse erdige Masse aufgelöst, welche Quarzkörnchen und Glimmerblättchen umschliesst. Mechanisch abgesetzte unregelmässig begrenzte Glimmerblättchen sind am häufigsten dort, wo der Rothe Sandstein unmittelbar den krystallinischen Schiefern aufliegt.

Die genannten Bestandtheile charakterisiren den Grödner Sandstein als eine wahre *Arkose;* ihre Eigenschaften variiren in senkrechter Richtung wenig; doch stellen sich im Fortstreichen manche Unterschiede und Uebergänge ein, wie dies auch bei der angedeuteten Entstehungsweise vorauszusetzen ist. Im nordöstlichen Theil unseres Gebietes herrscht der Fall vor, dass zwei tiefroth gefärbte Sandsteinsysteme ein mittleres weisses einschliessen (Weg von Piccolein im Enneberg nach Pederova, Gegend von Untermoj, Afferer Thal u. s. w.).

Die Mächtigkeit des Grödner Sandsteins ist verschieden. Meist dürfte sie 400 Fuss nicht übersteigen; allein an einzelnen Stellen, wie am Caressa-Pass zwischen Moëna und Welschnoven, an den Wänden zwischen Giuribello und Guiribrutt (an der venetianischen Grenze), an den Nordabhängen des Peutler Kofl's und an mehreren anderen Orten, steigt sie bis 700 und 800 F. an. Wilde tiefe Tobel bringen dann oft die ganze Schichtenfolge in steilen, intensiv rothen Wänden zu Tage. Spaltenähnlich sind sie in die sanfte Wiesenfläche eingeschnitten, welche bei der Alpe Curtazes die Wasserscheide der Thäler Untermoj und Lüsen bildet; ihre Wasser haben das ganze Schichtensystem bis tief hinab zum Glimmerschiefer durchnagt und enthüllen den grellen Contrast der sanften Alpflächen und ihrer Unterlage. Wahrhaft grossartig stellt sich der Grödner Sandstein dar, wenn man an dem Grunde oder in der Mitte der feuerrothen Wände hingeht, wie im Quellgebiet des Afferer Baches oder an dem Fusssteig von Tiers nach Völs. In unzähligen, fast in sich selbst verschlungenen Windungen folgt der letztere beharrlich allen schroffen Erosionsschluchten im Sandstein und man erkennt hier am besten die ganze Mächtigkeit der bis auf ihren Grund entblössten Schichten. Um so auffallender ist, wenn man aus den Schluchten heraustritt, das sanfthügelige fruchtbare Land, das der Rothe Sandstein auf seiner Oberfläche trägt.

Trotz seiner mächtigen Schichtenentwickelung scheint der Grödner Sandstein durchaus versteinerungsleer zu sein; es gelang mir nicht, an seinen zahlreichen Entblössungsstellen auch nur eine Spur thierischer organischer Reste aufzufinden. Zwar erwähnt **Fuchs** in den venetianischen Alpen eine nicht unbedeutende Anzahl von Versteinerungen, welche aus diesen Schichten stammen sollen; allein ihre Bestimmung durch Herrn v. **Hauer** beweist, dass sie mit denen identisch sind, welche in Tyrol in

dem höheren Rothen Sandsteine der Campiler Schichten vorkommen. Eine Verwechselung der beiden Formationsglieder ist dort, wo nicht die ganze Reihe entwickelt ist, sehr leicht möglich und liegt bei den Angaben von Fuchs sicher zu Grunde [1]).

Pflanzliche Reste finden sich in zweifacher Form: als wulstige Erhabenheiten auf thonigen Ablösungsflächen und als Kohle. Letztere ist von Lavis und anderen Orten bekannt; sie wird trotz ihrer äusserst geringen Mächtigkeit abgebaut.

Ein wichtiger Begleiter des Grödner Sandsteins ist *Gyps;* doch treten seine grossen Stöcke stets erst an der Grenze mit den Schichten von Seiss oder in diesen selbst auf, daher wir dort auf sie zurückkommen werden.

2. Schichten von Seiss.

In ununterbrochenem Zuge folgen die versteinerungsführenden Schichten von Seiss ihrem Liegenden, den Rothen Sandsteinen; sie sind ihnen stets regelmässig aufgelagert und nehmen an allen Störungen ihrer Lagerungsverhältnisse Theil. Im nördlichen Gebiet unserer Karte findet nie ein petrographischer Uebergang statt; überall ist dieselbe scharfe Grenze wie in dem Profil der Seisser Alp und im Wesentlichen behalten auch die Gesteine denselben Charakter wie dort. Es folgen, wo nicht Gyps zwischengelagert ist, dem Sandstein unmittelbar sandig-mergelige graue dünngeschichtete Kalke mit welliger Oberfläche, das eigentlich typische Gestein des Formationsgliedes. Sie sind stets von grauer Farbe und stehen in um so schärferem Contrast zu dem Sandstein, als dessen rothe Färbung gewöhnlich in den obersten Schichten besonders intensiv ist. Gemeinsam mit ihm sind glimmerige Schichtenflächen, die durch die ganze untere Trias anhalten und wahrscheinlich nur mehr als mechanische Zerstörungsproducte des Glimmerschiefers anzusehen sind. Auch die auf den Schichtenflächen in grosser Zahl ausgebreiteten Versteinerungen, grösstentheils *Bivalven-Schalen*, bedingen einen wesentlichen Unterschied gegen das Liegende. So bleibt der Charakter des Formationsgliedes weithin an den Abhängen des Schlern, des Rosengarten, ferner an den aufgesetzten isolirten Sedimentär-Gebirgsmassen des Joch Grimm, Cislon u. s. w. Ueberall sind die sanften Formen durch steile Wände unterbrochen, welche das ganze Schichtensystem fast rechtwinklig abschneiden; ein Haufwerk von Bruchstücken bedeckt dann den unteren Theil der Gehänge und bringt eine Unzahl von Versteinerungen zu Tage; doch sind sie stets vermengt mit denen der höheren Schichten. Die Abhänge des Solschedia im Gröden und des Peutler Kofl's sind dadurch ausgezeichnet.

Einen weit abweichenden Charakter haben die zwischen Rothem Sandstein und Campiler Schichten gelagerten Gesteine im Enneberg zwischen Piccolein und Pederova und an dem Wege von S. Martin auf die Höhe des Nombladé. Unmittelbar auf den intensiv rothgefärbten Sandstein folgen hier mächtige Massen eines schwarzen weissgeaderten sehr bituminösen Kalkes, der an viele Grauwackengesteine erinnert und aus diesem Grund auf der vom montanistischen Verein herausgegebenen Karte als „unterer Alpenkalk" bezeichnet ist, während die Seisser Schichten sonst zum „mittleren Alpenkalk" gerechnet sind. Man könnte in der That versucht sein, die Schichten für ein nicht hieher gehörendes Glied anzusehen, wenn nicht in dem oberen Theile zwischengelagerte dünnschichtige Mergelkalke die Fauna der Schichten von Seiss in reichster Entfaltung zu Tage brächten.

---

[1]) Die Sandsteine der beiden Etagen sind bei einiger Uebung sehr leicht selbst an Handstücken zu unterscheiden. Ich hatte Gelegenheit, die von Fuchs gesammelten Versteinerungen zu sehen, und überzeugte mich, dass sie auch dem Gestein nach ohne Ausnahme aus den höheren Schichten stammen.

In dem gesammten südöstlichen Theil des Gebietes der Karte erleidet ebenfalls die Formation einige Abänderungen im petrographischen Charakter. Es entwickeln sich allmälig die Verhältnisse in der Weise, wie sie **Fuchs** in den Venetianischen Alpen beschreibt. Das wesentlichste Moment hierbei ist die Wechsellagerung von Rothem Sandstein mit den Schichten von Seiss an der Grenze beider Glieder. In den Umgebungen von Predazzo und bei Paneveggio kann man dies ausgezeichnet beobachten. Die rothe Färbung greift dann oft in die Gesteine der Schichten von Seiss weit hinein.

Die Fauna der Seisser Schichten ist arm an Arten, aber reich an Individuen. Sie beginnt mit *Posidonomya Clarai Emmr.*, welche bald die Schichtenflächen in grosser Zahl allein bedeckt. Sie erreicht ihre grösste Entwickelung in dem oberen Theil des Formationsgliedes, verschwindet aber mit dem Anfang der Campiler Schichten. Neben dieser charakteristischen Bivalve kommen in Süd-Tyrol nicht viel bestimmbare Arten vor. Zuweilen treten Steinkerne in der Form von *Myophorien* und *Nuculen* auf, doch sind sie unbestimmbar. Den eigentlichen *Myacites Fassaensis* habe ich selten so weit herabgehen sehen. Deutlicher ist eine *Avicula* und eine Art von *Mytilus*, welche mit *Mytulites eduliformis Schloth.* Aehnlichkeit hat, aber nicht damit vereinigt werden darf [1]).

Die Fundorte der Versteinerungen der Seisser Schichten bieten, mit Ausnahme des unteren Ennebergs bei S. Martin und Pederova, eine so grosse Gleichförmigkeit dar, dass man nothwendig auf sehr ähnliche Verhältnisse in den verschiedenen Theilen des damaligen Meeres schliessen muss, ein Umstand, der schon in der nächstfolgenden Periode nicht mehr stattfindet. Die wichtigsten Fundorte von Versteinerungen sind:

1. Die Pufler Schlucht und die gesammten Abhänge der Seisser Alp und des Schlern gegen Seiss.
2. Der Ausgang des Duronthals bei Campidello.
3. Vigo und Alpe Pozza.
4. Gegend von Sanct Martin im unteren Enneberg.
5. Nordabhang des Peutler Kofl's.
6. Alle Abhänge des Joch Grimm und des Cislon.
7. Untere Gehänge des Mendola-Gebirges gegen Kaltern.

Dies sind einige der besser aufgeschlossenen Fundorte; doch kommen die Versteinerungen noch allenthalben vor, wo die Formation vorhanden ist. Ihre weitere Erörterung folgt bei der Darstellung des folgenden Schichtensystems.

3. Campiler Schichten.

Zwischen den Schichten mit *Posidonomya Clarai* und den bituminösen Kalken liegt stets ein sehr ausgezeichnetes System, welches im Allgemeinen die Charaktere behält, mit denen es in der Pufler Schlucht erscheint. Rothe thonige glimmerreiche schieferige Gesteine walten oben und unten vor, während der mittlere Theil von grauen und gelben dünnplattigen, zuweilen auch schieferigen Schichten gebildet wird, welche im Norden noch reich an Glimmer sind, im Süden aber, mehr von der Grenze mit den krystallinischen Schiefern entfernt, denselben verlieren; auch dies scheint dafür zu sprechen, dass der eingemengte Glimmer von der Zerstörung jener Ufergesteine herrührt. Die Grenze nach unten

---

[1]) Einige Localitäten versprechen mit der Zeit eine reichere Ausbeute zu liefern. Doch ist man bei dem Sammeln der Versteinerungen dieser Schichten meist auf die am Fuss der Abhänge zusammengehäuften Bruchstücke angewiesen, welche aus verschiedenen Schichten stammen und daher eine Verwechselung leicht möglich machen. Hier habe ich alle dergleichen unsichere Fundorte unberücksichtigt gelassen.

ist petrographisch scharf markirt durch das Aufhören der rothen Färbung, nach oben noch weit schärfer, da nicht nur die Farbe wechselt, sondern auch das Gestein ein ganz anderes wird. In sich selbst aber ist die Formation überall in die genannten drei Abtheilungen so scharf getrennt, dass man sie an Abhängen stets schon aus der Ferne durch die beiden rothen Bänder erkennen kann, welche das graue einschliessen. Allein die Grenzen dieser Abtheilungen untereinander sind nicht scharf, sondern werden durch Wechsellagerung undeutlich; dasselbe Verhalten findet unter den Faunen statt.

Im Fortstreichen ändert sich der Charakter der einzelnen Schichtensysteme nicht wesentlich. Am auffallendsten sind mächtige *rothe Conglomerate,* aus Kalksteinfragmenten mit verbindendem glimmerreichen Thon bestehend, welche *an der oberen Grenze* unserer Formation an vielen Orten anstehen, z. B. am Bad Ratzes in der Nähe von dessen Schwefelquellen, ferner im Walde oberhalb der Lagoschell-Häuser bei Campil, wo sie eine rothe Wand bilden, am Weg von S. Martin nach Wengen, an den Gehängen bei Wengen, oberhalb Pederova und an vielen andern Orten im nördlichen Theil des Gebietes, *also in den Ufergegenden.* Sie beweisen, dass die Periode, in welcher diese Formation sich ablagerte, mit einer sehr heftigen Katastrophe schloss. Meist sind die Conglomerate von bedeutender Mächtigkeit und wechsellagern mit sehr verschiedenen Schichten; bei Lagoschell treten mit ihnen weisslich-grüne schiefrige Letten mit vielen *Fucoiden* auf, ferner dünngeschichtete Kalke, wie sie den mittleren Theil der Formation charakterisiren; meist enthalten die letzteren zahlreiche Versteinerungen. Im südlichen Theil des Gebiets verschwinden die Conglomerate mit allen Zwischenlagen, die Gesteine werden kalkiger, die Fauna einförmiger und pelagischer, und der eigentliche Typus der Formation tritt reiner hervor. Die Mächtigkeit schwankt nicht so sehr, wie bei den tieferen Systemen; sie beträgt im Allgemeinen zwischen 100 und 200 Fuss. Gyps und Kohle kommen in den Campiler Schichten nicht vor.

Paläontologisch sind die Schichten sehr ausgezeichnet; in allen Niveaux enthalten sie eine grosse Anzahl von Versteinerungen und meist sind dieselben gut bestimmbar. Charakteristisch für sie ist der ausserordentliche Reichthum an Gastropoden, die oft zu Tausenden die Schichtenflächen bedecken, aber nicht ganz gleichmässig vertheilt sind, indem in einigen Niveaux Bivalven die Oberhand gewinnen. Die paläontologische Grenze nach oben ist, wie früher erwähnt, ungemein scharf; nach unten verschwinden zwar die Arten, allein manche derselben finden in tiefer liegenden Schichten ihre Repräsentanten. In dem Bereich der Formation selbst endlich lassen sich auch gewisse Horizonte erkennen, die durch das Vorherrschen einzelner Formen charakterisirt sind. Die wichtigsten Fundorte der Versteinerungen sind:

Die Abhänge der Seisser Alp und des Schlern und zwar besonders die Pufler Schlucht, der Wasserfall über S. Michaël, der Morinsen-Berg zwischen Seiss und Castelrutt, das Gehänge oberhalb Seiss (beim Bauernhof Gstatsch) und dasjenige oberhalb der Burgruine Saleck nach der Schlucht des Schlern hinauf und überhaupt fast jede Entblössungsstelle der Schichten. — Reich an kleinen *Gastropoden, Myophorien* und *Pectiniten,* eine echte *Strandfauna.*

Im Gröden: der Westabhang des Sölschedia- und Pitsch-Berges *(Strandfauna)* und der Nordabhang des Langkofl's gegen den Monte Sopra *(Uebergang der Strandfauna in eine pelagische).* Im Enneberg ist eine *Strandfauna* überaus artenreich und üppig über den Lagoschell-Häusern bei Campil entwickelt, ebenso typisch, aber nicht so reich, am Nordabhang des Peutler Kofl's und in der Gegend von S. Martin; an den Gehängen von Corfara und Stern ist ein Uebergang zu einer Fauna des tieferen Meeres bemerkbar.

Im Buchenstein ist die Fauna der Gegend von Araba als die einzige *rein pelagische Fauna* eines tiefen Meeres mit *Cephalopoden* und *Brachiopoden* von besonderem Interesse.

Im Fassa sind einige sehr reiche Fundorte, namentlich der Eingang in das Val del Duron von

Campidello aus, das Vajolett-Thal bei Pera, die Abhänge des Sasso dei Mugoni bei Vigo und jenseits diejenigen des Sasso di Loch. Allen diesen Fundorten fehlen Formen des Strandes, des tiefen Meeres und des bewegten Wassers. Ich werde später zu zeigen suchen, dass die wenigen Arten, welche hier in grosser Menge die Schichten erfüllen, einem *mässig tiefen und sehr ruhigen Meere* entsprechen; es sind grosse dünnschalige *Bivalven*, welche den Ufergebilden fehlen.

Ausser diesen besonders reichen und leicht zugänglichen Fundorten kann man überall, wo ein Abhang das Gestein entblösst, viele Versteinerungen finden.

Fauna der Seisser und Campiler Schichten [1].

Die Versteinerungen der Seisser und Campiler Schichten haben bis hieher nur Eine vollständige Bearbeitung durch Herrn **Franz Ritter v. Hauer** erfahren, in der sämmtliche leitende Versteinerungen beschrieben und abgebildet wurden [2]. Die weitere Literatur ist sehr zerstreut. Artenbeschreibungen wurden insbesondere von **Graf Münster** [3], **v. Klipstein** [4], **Emmrich** [5], **Catullo** [6], **Eichwald** [7] und **Baron Schauroth** [8]) gegeben. Letzterer insbesondere hat die nahen Beziehungen kennen gelehrt, welche zwischen den Faunen der Triasschichten in den Süd-Alpen und in Deutschland herrschen. Der grösste Theil der in jenen Werken gemeinschaftlich beschriebenen Versteinerungen findet sich auch in Süd-Tyrol; allein hier sind die Schichtensysteme in der angegebenen Weise gegliedert und jede Versteinerung nur für ein bestimmtes Niveau charakteristisch; dies ist schon für die leitenden und verbreitetsten Formen klar. Es sind vorzüglich folgende zu nennen:

Cephalopoden.

Ceratites Cassianus Quenst. (**Quenstedt**, Petrefaktenkunde, S. 231, T. 18, Fig. 11. — **Hauer**, Ven. Foss. S. 114, T. 19, Fig. 5). — Diese ausgezeichnete Species des südalpinen Muschelkalks stammt in ihren Originalexemplaren aus der Gegend von Sanct Cassian. Doch gehört derFundort (bei Sanct Johann im Livinallongo) keineswegs den Cassianer Schichten an, sondern der unteren Trias; an diesem Ort, der zugleich der Hauptfundort geblieben ist, konnte ich nicht mit voller Gewissheit festsetzen, ob die Schichten den Campiler oder Seisser Schichten entsprechen; doch wird das Erstere zweifellos durch das Zusammenvorkommen mit *Turbo rectecostatus Hau.*, sowie durch ein zweites untergeordnetes Auftreten in den Zwischenschichten der Conglomerate von Lagoschell bei Campil und in ebenfalls sicheren Campiler

---

[1]) Ich beschränke mich in der vorliegenden Abhandlung bei der Behandlung der Faunen dieser wie aller anderen Schichtensysteme auf einige Bemerkungen über die leitenden Arten. Der Reichthum an Versteinerungen, welche theils neu, theils für die Verbreitung der Formationsglieder und für die Vergleichung mit anderen Gegenden vom höchsten Interesse sind, ist so gross, dass sie reichhaltige Gegenstände für besondere Abhandlungen bieten würden. Ich habe die angefangene Arbeit ihrer vollständigen Beschreibung und der Abbildung des Neueren, welche dem vorliegenden Werke einverleibt werden sollte, um so mehr abbrechen zu müssen geglaubt, als gegenwärtig Herr **Stoppani** in Mailand mit der vollständigen Bearbeitung der in den analogen Formationen der Lombardischen Alpen vorkommenden Versteinerungen beschäftigt ist, andererseits aber **Baron Schauroth** ein überaus reiches paläontologisches Material von Recoaro bekannt gemacht hat. Erst wenn das letztere in das vielgliederige Schichtensystem eingereiht und Herrn **Stoppani**'s Abhandlung vollständig erschienen sein wird, wird es möglich sein, die Versteinerungen aus anderen Theilen der Süd-Alpen ohne unnöthige Häufung der Namen vergleichend zu behandeln.

[2]) Ueber die von Fuchs in den Venetianer Alpen gesammelten Fossilien. — Denkschr. d. k. k. Akad. d. Wiss. zu Wien. Bd. II, S. 109—126, Tab. 18—21. 1850.

[3]) in **Wissmann** und **Münster**, Beiträge, Bd. IV, S. 8, 9, Taf. 16, Fig. 1, 2.

[4]) Bemerkungen über die östlichen Alpen. 1843.

[5]) in Leonhardt und Bronn, Jahrb. 1844, S. 731, und 1849, S. 441.

[6]) Prodromo di Geognosia paleozoica delle Alpi Venete. 1847.

[7]) Geognostischer Ausflug.

[8]) Wiener Sitzungsberichte, Bd. XVII u. XXXIV.

Schichten oberhalb Seiss. Andere Fundorte wurden mir nicht bekannt. Die Form variirt ungemein. Die Falten sind bald erhaben und wulstig, bald niedrig und fast verschwindend, die Knotenreihen zu beiden Seiten des Rückens aber wachsen zu so bedeutender Stärke an, dass der rectanguläre Durchschnitt der Umgänge oft eine nach innen convergirende Trapezgestalt annimmt.

Hieher gehören wahrscheinlich auch viele der Angaben des Vorkommens von *Ceratites nodosus* in den Süd-Alpen. Trotz der zahlreichen Abänderungen von *Cer. Cassianus* konnte ich doch in Süd-Tyrol jene Species nicht beobachten. Auch **Hauer** erwähnt sie nicht unter den Versteinerungen der Venetianischen Alpen. Dagegen erhielt ich angeblich aus der Gegend von Sanct Cassian noch zwei Ceratiten, welche sich mit keiner der beiden genannten Species vereinigen lassen.

Cer. Cassianus scheint auf den obersten Theil der Campiler Schichten beschränkt zu sein. Der oberen Trias ist er gänzlich fremd, aber auch aus den Seisser Schichten wurde er mir nicht bekannt.

Gastropoden.

Turbo rectecostatus Hau. (**Hauer**, Venet. Foss. S. 117, T. XX, Fig. 10). — S. Johann bei Araba. — Lagoschell bei Campil. — Diese Art kann als eine leitende der unteren alpinen Trias betrachtet werden, da ihre Verbreitung sehr bedeutend und eine Verwechselung mit anderen Arten nicht möglich ist. Sie scheint gleich der vorigen in der obersten Abtheilung der Campiler Schichten am häufigsten vorzukommen und reicht nicht bis in die Seisser Schichten hinab.

Naticella costata Münst. (**Hauer**, Venet. Foss. S. 117, T. XX, F. 12—15). — Was von der vorigen Art in Bezug auf ihre Wichtigkeit gesagt wurde, gilt von dieser in noch weit höherem Grade. *Naticella costata* fehlt nirgends, wo die Campiler Schichten vorkommen, und man könnte denselben mit Recht den Namen Naticeller Schicht beilegen. Meist bleibt die Schale 3—4‴ gross, doch wächst sie bis zur Breitenausdehnung von 1″. Die Berippung ist verschieden und **Klipstein** gründete hierauf zwei neue Arten, die indess nach der Vergleichung von Exemplaren, welche Herr **v. Klipstein** selbst der geologischen Reichsanstalt geschickt hat, mit einer grösseren Formenreihe der unzweifelhaften *Naticella costata* wol höchstens als Varietäten beizubehalten sein dürften. Es sind dies:

α var. arcte-costata (Naticella arcte-costata Klipst. Beiträge, S. 200, T. XIV, F. 7 ab) mit engeren und schärferen Rippen.

β var. Oeynhausii (Natica Oeynhausii Klipst. Beiträge, S. 196, T. XIII, F. 15 ab) mit starken faltenartigen Rippen. Die Stellung zu *Natica* gibt Klipstein selbst als zweifelhaft an, da er Nabel und Schwiele nicht deutlich beobachten konnte.

Am häufigsten ist *Nat. costata* im unteren Enneberg, so besonders in der Gegend von Campil mit *Turbo rectecostatus* zusammen. Sie geht niemals über die Grenzen der Campiler Schichten hinaus.

Ausser den beiden genannten Arten finden sich eine grosse Menge kleiner Gastropoden, welche die weichen mergeligen Schichten zu Tausenden erfüllen, aber wegen ihrer wenig charakteristischen Gestalt keinen so sicheren Anhalt wie jene beiden geben, zum Theil nicht einmal eine genaue Bestimmung zulassen. Besonders hervorzuheben ist eine entschiedene kleine *Natica* mit schwachem Nabel und Schwiele und kaum bemerkbaren Zuwachsstreifen; sie dürfte mit jenen Formen identisch sein, welche **v. Schauroth** als *Natica turbilina Schloth. sp.* aufführt [1]. Auch die anderen von demselben aufgeführten Formen dürften ihre Repräsentanten in Süd-Tyrol, besonders an der Seisser Alp, finden. Doch scheint es gewagt, sie vor einem sehr genauen vergleichenden Studium mit bestimmten Speciesnamen zu belegen.

[1] Schauroth, Gegend von Recoaro, S. 518, T. II, Fig. 8.

Die Gastropoden treten in grösster Menge in allen Strandgegenden auf, halten sich aber auch hier an bestimmte Schichten, die meist dem höchsten Niveau angehören. Die Abhänge der Seisser Alp und die Gegend von Campil sind überaus reich daran, während sie im Fassa und Fleims selten sind.

Pelezypoden.

Posidonomya. — Die durch **Emmrich** zuerst bekannt gewordene *Posidonomya Clarai* (**Hauer**, Ven. Fossil. S. 119, Tab. 20, Fig. 1, 2, Tab. 18, Fig. 9. — **Eichwald**, Ausflug nach Tyrol, T. II, Fig. 2. — **Catullo**, prodromo, p. 54, Tab. 19, Fig. 5) charakterisirt die Schichten von Seiss in ihrer ganzen Mächtigkeit. Oft, wie an der Wassermühle im Pufler Bach oder in der Schlucht bei Campidello, bedecken die stark quergerunzelten, leicht erkennbaren Schalen in grosser Menge die Schichtenflächen und lassen kaum ein anderes Petrefact daneben erscheinen. Noch in der obersten Schicht des Systems ist sie häufig in der von **Hauer** auf Tab. 20, Fig. 1, 2 angegebenen Form. Mit Beginn der Campiler Schichten ist dieser Typus plötzlich zu Ende; nur in dem untersten Theil derselben fand ich noch einige Schalen, welche dem von Hrn. **v. Hauer** auf Tab. 18, Fig. 9 abgebildeten Typus entsprechen. *Posidonomya Clarai* führt die Gattung in der alpinen Trias ein; mit Beginn der Campiler Schichten tritt eine Reihe anderer Formen auf, welche sich in mehrfacher Beziehung von jener ersten Art entfernen. Diese hat einen meist sehr gleichförmig gerundeten Umriss, jene werden nach hinten schief-oval, *Clarai* ist flach gewölbt, fast gleichklappig, sehr stark gerunzelt und stets dicht mit radialen Rippen besetzt, der Vorderrand fällt von dem Wirbel mit sanfter Rundung ab, der Hinterrand ist in eine gradlinige Leiste ausgezogen, die in stumpfem Winkel in die Rundung übergeht. Findet auch längs der Leiste eine geringe Depression statt, so ist doch ein eigentliches Ohr niemals vorhanden. Die Formen der Campiler Schichten haben jener gegenüber das gemein, dass die radiale Berippung entweder ganz fehlt oder nur noch schwach angedeutet ist, dass an der Stelle der starken concentrischen Runzeln nur schwache, aber scharfe Falten oder Leisten vorhanden sind und dass die Schale in weit höherem Grade ungleichklappig ist. Sie lassen sich auf zwei Arten zurückführen, welche in ihrer Form sehr schwanken, ohne aber in einander überzugehen. Nur eine derselben wurde bisher bekannt unter dem Namen:

Posidonomya aurita Hau (**v. Hauer**, Venetian. Foss. S. 119, T. XX, Fig. 5—6 und 7, 9. Wahrscheinlich identisch mit der von **Braun** in Münster's Beiträg. S. 10 als *Posidonomya Hellii* bezeichneten, aber nicht abgebildeten Form). — Die Veranlassung zu dem Namen gab das lange, gradlinige, durch eine deutliche Einbuchtung getrennte hintere Ohr. Selten ist dasselbe in der Weise ausgebildet, wie Fig. 6 angibt, wo ein kleiner Ausschnitt vorhanden ist; meist ist das Ende des Ohres stumpfwinklig. Dagegen besitzen einzelne sehr wohl erhaltene Tyroler Exemplare noch ein kleines ausgezeichnetes vorderes Ohr, welches durch einen verhältnissmässig sehr tiefen Ausschnitt und eine deutliche Depression abgesondert ist. Sein oberer grader Schlossrand ist die unmittelbare Fortsetzung des langen Schlossrandes am hinteren Ohr. Die Gestalt ist stets schief-oval, variirt aber innerhalb weiter Grenzen. Der Winkel, welchen die beiden Depressionen am vorderen und hinteren Ohr mit einander bilden und dessen Schenkel in der Regel die Muschel auf den Platten begrenzen, beträgt etwas über 90°. Er nimmt zu, wenn der flache Wirbel mehr gegen die Mitte des Schlossrandes rückt und die schief quer-ovale Form regelmässiger wird. *Pos. aurita* erreicht eine Länge von 2 Zoll bei 1¼" Breite. Die Schale ist sehr dünn.

Der Hauptfundort für diese Art ist das Fassa-Thal, besonders die Schlucht, welche von Vigo in das Innere des Vajolett-Gebirges hinaufführt. Doch findet sie sich auch an anderen Orten in grosser Menge, z. B. am Nordabhang des Langkofl's gegen den Monte Sopra; hier ist sie in den rothen Mergeln, während sie sonst hauptsächlich auf die gelben und grauen Zwischenschichten beschränkt ist.

Die andere Form, welche in den Campiler Schichten vorkommt, liesse sich am besten als *Posido-*

nomya orbicularis bezeichnen. Sie ist durch ihre Gestalt so charakteristisch und kehrt unter gewissen Umständen so regelmässig wieder, dass wir auf sie näher eingehen müssen. Im Gegensatz zur vorigen Art ist ihr Umriss fast kreisförmig, die linke Klappe stark gewölbt, die rechte Klappe flach. Die Schale ist bedeutend dicker als bei den früheren Arten, an der Oberfläche meist glatt, zuweilen glänzend, statt der Runzeln und scharfen Falten der früheren Arten sind einfache concentrische Anwachsstreifen vorhanden, die zuweilen rinnenartig eingeschnitten sind. Von Radialstreifung keine Spur.

Zwei Ohren, ein längeres hinteres, mit stumpfem Winkel abfallend, ein kürzeres vorderes mit schwachem Ausschnitt, beide durch eine tiefe Depression, an der Innenseite durch eine scharfe Kante von der übrigen Schale getrennt. Beide Kanten schliessen den ungefähr 120° betragenden Winkel des Wirbels ein, letzterer ist hoch und ragt über den Schlossrand hervor.

Alle diese Eigenschaften unterscheiden diese Art hinlänglich von der vorigen. Ein weiterer wesentlicher Unterschied ist durch die Grösse bedingt. *Posidonomya orbicularis* ist gedrungen in ihrem Bau und erreicht kaum über ³/₄" Durchmesser.

Ich fand sie nur an zwei Orten, aber an beiden in grosser Anzahl: am Nordabhang des Peutler Kofl's und am Westabhang des Solschedia im Gröden. Im Süden scheint sie gar nicht vorzukommen, während *Pos. aurita* nördlich vom Langkofl entweder fehlt oder doch wenigstens selten ist. Nun sind aber die Fundorte der *Pos. orbicularis* sehr nahe dem Ufer des damaligen Meeres, während die erste Art sich weiter von demselben entfernt hält, daher dort die kleinere gedrungene Form mit dickerer Schale, auf dem ruhigeren Grunde des Meeres hingegen die grössere dünnschalige Art. Letztere ist der Hauptrepräsentant der oben erwähnten Fauna eines mässig tiefen, sehr ruhigen Meeres. Beide Arten sind ausschliesslich den Campiler Schichten eigen und sind die Stellvertreter zweier verschiedener Facies ihrer Faunen.

Pecten.

Unter den Arten der Gattung *Pecten* sind zwei als wesentlich hervorzuheben:

Pecten Fuchsi Hau. (Venet. Foss. S. 112, T. 18, Fig. 8 ab) ist den Campiler Schichten ausschliesslich eigen und findet sich häufig an den Wänden der Seisser Alp, am Pufler Bach, am Wasserfall oberhalb S. Michaël und oberhalb Seiss, selten in den rothen glimmerigen Mergeln, häufiger in den dünnen gelben Zwischenschichten; am Wasserfall über S. Michaël bilden die Schalen dieses *Pecten* eine dünne, feste, hell klingende Schicht. Er ist an seinen gekörnten alternirenden Rippen und den grossen Ohren stets leicht zu erkennen.

Pecten discites? Hehl. — Einige Schalen eines glatten runden *Pecten* aus der Pufler Schlucht und vom Solschedia mit kleinen, fast gleichen Ohren lassen nur diese Bestimmung zu; das Vorkommen dieser Art im Venetianischen (v. Hauer) und im Vicentinischen (v. Schauroth) macht es wahrscheinlich, dass sie auch in Tyrol nicht fehlt und dass unsere Deutung die richtige ist. Die Schalen von beiden Orten stammen aus den tiefsten Campiler Schichten.

Spondylus. — Ein ausgezeichnetes Exemplar des *Spondylus comtus Goldf.* fand sich in den Campiler Schichten der Pufler Schlucht. — Ausserdem kommt eine andere höchst charakteristische Form dieser Gattung vor, welche sich als *Spondylus reticulatus* am passendsten bezeichnen lässt. Ueber die schief-ovale Schale verlaufen ungefähr 24 Rippen, zwischen die sich feinere Secundärrippchen einschieben; gegen den Rand der Schale sind deren 3—4 zwischen je zwei Hauptrippen. Die einander sehr genäherten Anwachsstreifen verlaufen im Zickzack quer über die Rippen und bilden mit diesen ein feines, äusserst zierliches Netzwerk, welches diese Form sogleich erkennen lässt. Die Ohren sind beiderseits sehr gross, der Schlosserand gerade. Das Schloss selbst ist an den vorliegenden Exemplaren nicht

erkennbar. Ich erhielt drei Schalen dieser Art von Araba, wo sie mit den Ceratiten zusammen vorkommen soll. Sie würde demnach den *Campiler Schichten* angehören. Dies wird auch durch das Gestein und einige mit eingeschlossene Schnecken bestätigt.

Mytilus eduliformis Schl. sp. An der Seisser Alp findet sich in den glimmerreichen Campiler Schichten nicht selten ein *Mytilus* mit sehr spitzem Wirbel, welcher in seiner Form dem *Mytilus eduliformis Schloth. sp.* entspricht. Die Schale ist 5—8‴ lang, die Breite beträgt ⅔ der Länge; die Gestalt ist meist gerade gestreckt mit ein wenig umgebogener Spitze; die Schale ist glatt bis auf einige wenige Anwachsstreifen.

Schauroth's Abbildung eines „*Mytilus eduliformis*" aus den *Posidonomya Clarai* führenden Schichten von Recoaro (T. II, F. 5) stimmt weder mit der Form aus den Campiler Schichten überein, noch dürfte sie mit der norddeutschen Art identisch sein, wie schon **Giebel** bemerkt [1]), wogegen die von Letzterem von Lieskau abgebildete Art (T. IV, F. 2 ab) nur durch ihre Grösse von der tyrolischen verschieden ist.

Avicula Zeuschneri Wissm. (**Wissm.** in Münster's Beiträg. IV, S. 9, T. 16, F. 1. — **v. Hauer,** Venet. Foss. T. XX, F. 3—4). — **Wissmann** erwähnt bereits dieser Art in seinen „Schichten von Seiss". **Fuchs** fand sie bei Cencenighe in dem „mit Posidonomyenkalk wechselnden Rothen Sandstein". Diese Schichten. die sandigen glimmerreichen Mergel der *Campiler Schichten,* sind auch bei Seiss das Niveau dieser Avicula. Sie findet sich an dem Weg von Seiss nach der Seisser Alp.

Die im Venetianischen in Begleitung dieser Art auftretende *Avicula Venetiana v. Hau.* (Venet. Foss. S. 110, T. XVIII, F. 1—3) fand ich in Süd-Tyrol nicht.

Gervillia n. sp. (cf. „*Gerv. socialis Schloth. sp.*" — **v. Hauer,** Venet. Foss. T. XXI, F. 4 ab. S. 118. — „*Gerv. Albertii Münst.*" — **v. Schauroth,** Recoaro, S. 509, T. II, F. 1 ab. — „*Gerv. costata Schloth. sp.*" — **v. Schauroth** a. a. O. S. 509. — „*Gerv. socialis Schl. sp.*" — **v. Schauroth** a. a. O. S. 509 — **Buch** — **Catullo** — **Girard**). — Alle hier genannten Arten werden aus den Süd-Alpen angeführt. Vergleicht man aber die Beschreibungen unter einander, so entfernen sich dieselben ebenso weit von den normalen Arten, als sie auf eine grosse Aehnlichkeit des in den verschiedenen Fällen zu Grunde liegenden Materials hindeuten. In Süd-Tyrol fand ich eine grosse Anzahl von Gervillien, welche entschieden nur Einer Art [2]) angehören, deren Abänderungen aber auf die Beschreibungen aller hier beigefügten Arten bezogen werden können. Sie kommen mit keiner bekannten Species überein; Folgendes sind die Charaktere:

Schalen mässig gewölbt, fast gleichklappig, stark in die Länge gezogen, der Winkel des Schlossrandes mit der Axe sehr spitz (aber niemals so wie bei *Gerv. Albertii*); die Wirbel erreichen nur den Schlossrand, meist ohne über ihn hervorzuragen. Vom Wirbel zieht sich ein scharfer Kiel in schiefer Richtung nach hinten, er verliert sich aber stets schon in dem ersten Drittheil der Länge. Der vordere Flügel ist kurz und sanft gerundet, der hintere ist sehr ausgedehnt, meist stumpfwinklig, in wenigen Fällen rechtwinklig. Die Schale ist mit concentrischen Anwachsstreifen bedeckt, die zuweilen scharf ausgebildet sind und dann einige Aehnlichkeit mit *Gerv. costata* hervorrufen; doch erreichen sie höchstens die Zahl von 10—15 und bleiben daher sehr weit hinter dem dort stattfindenden Verhältniss zurück. — Die Innenseite einer rechten Klappe zeigt 10—12 Bandgrübchen, keine Schlosszähne und

[1]) Versteinerungen von Lieskau, S. 38.

[2]) Da diese für die Süd-Alpen ungemein wichtige und durch ihre systematische Stellung interessante Art jedenfalls auch in den Lombardischen Alpen vorkommt, so ist zu erwarten, dass Stoppani sie in seine vollständige Zusammenstellung aufgenommen hat, daher ich nicht wage, vor der Vollendung dieses Werkes sie mit einem bestimmten Namen einzuführen. Man könnte sie ihrer Stellung wegen als *Gervillia intermedia* bezeichnen.

einen tiefen Muskeleindruck unter dem kurzen vorderen Ohr. An einer andern Schale scheint ein Rudiment von Zähnen vorhanden zu sein.

Die Art ist häufig in den *oberen Campiler Schichten*, insbesondere in den dünnplattigen Kalken, welche den Conglomeraten der oberen Grenze eingelagert sind. Der ausgezeichnetste Fundort ist oberhalb Lagoschell bei Campil.

Gervillia socialis, an welche die Form, wenn sie in zahlreichen Exemplaren auf Schichtflächen liegt, ohne ihre Gestalt deutlich erkennen zu lassen, am meisten erinnert, unterscheidet sich durch die bedeutende Ungleichklappigkeit, die stärkere Krümmung und Wölbung, den Mangel eines Kiels, durch die Ausdehnung des Wirbels bis zur Spitze des vorderen Ohres, durch die geringere Anzahl von Ligamentgruben und bedeutendere Grösse. Auf diese Unterschiede machte zum Theil bereits Herr **v. Hauer** bei Beschreibung der venetianischen Form aufmerksam; auch Baron **Schauroth** erwähnt der „*Gervillia socialis*" etwas zweifelhaft und glaubt, es könne in vielen Fällen eine Verwechselung mit seiner „*Gervillia Albertii Münst.*" stattgefunden haben. Dass letztere aber nach **v. Schauroth's** Abbildung und Beschreibung ebenfalls nur unsere in Rede stehende Art ist, dürften seine eigenen Worte beweisen, indem er selbst auf mehrere Unterschiede in der Gestalt und auf das Fehlen der Schlosszähne aufmerksam macht. Was endlich **Schauroth's** „*Gervillia costata Schloth. sp.*" betrifft, so ist es bereits aus der obigen Charakteristik, verglichen mit der von **Schauroth** gegebenen, ersichtlich, dass nur gewisse Abänderungen der vorliegenden Art mit diesem Namen bezeichnet wurden, da **Schauroth** selbst anführt, dass die Zahl der concentrischen Lamellen nur 10—12 betrage und die Form gestreckter sei, als bei der norddeutschen *Gerv. costata.* — Es scheint somit erforderlich, alle jene aus den Süd-Alpen angeführten Arten mit der unserigen zu vereinigen. Nur *Gervillia lata* (v. Hauer, Venet. Foss., S. 117, T. XX, F. 8) steht als eine selbstständige Art neben jener da.

Wie in Bezug auf die Ausbildung der Formen überhaupt so viele Unterschiede zwischen deutschem und alpinem Muschelkalk stattfinden, so ist dies auch mit dem Genus *Gervillia* der Fall. Keine der zahlreichen Arten aus Mitteldeutschland findet in den Süd-Alpen ihr vollständiges Analogon; ein Repräsentant aber für alle jene Arten ist unsere in Rede stehende Art, deren Charaktere gewissermassen diejenigen der norddeutschen Arten in sich vereinigen; sie nähert sich einzelnen von ihnen durch die geringen Schwankungen ihrer Form, kommt aber niemals einer derselben gleich.

Myacites. — Zweischaler von der Form der Myaciten treten in den ersten versteinerungsführenden Schichten der unteren Trias auf und sind häufig bis zur oberen Grenze derselben, um damit gänzlich zu verschwinden. Sie sind in den weichen, sandig-mergeligen Schichten zu unvollkommen erhalten, um sie mit Sicherheit zu bestimmen. Nur die als *Myacites Fassaensis Wissm.* (Münster's Beiträge, S. 9, T. 16. Fig. 2) bekannt gewordene Form hat für unsere Gegend die Bedeutung einer Leitmuschel; den Höhepunkt ihrer Entwickelung dürfte sie in der unteren Abtheilung der Campiler Schichten erreichen, deren glimmerige Gesteine auf ihren glatten Flächen oft dicht mit ihren Steinkernen erfüllt sind.

Die Zahl der ausser den genannten Arten noch in den Seisser und Campiler Schichten auftretenden Acephalen ist ungemein gross; manche Schichten bestehen fast nur aus ihren dicht gedrängten Schalen. Allein einen Werth als Leitmuscheln haben nur die genannten Monomyarier und Heteromyarier. An massenhaftem Auftreten sind zwar Beide den Homomyariern untergeordnet; allein ihre Schalen sind gleich ausgezeichnet durch ihre Grösse wie durch die charakteristische Zeichnung der Oberfläche und daher stets leicht erkennbar, während die der letztgenannten Abtheilung angehörigen Arten in den Seisser und Campiler Schichten stets eine geringe Grösse und selten eine charakteristische Form haben, die Oberfläche aber des Gesteins wegen meist undeutlich ist. Am reichsten an diesen gleichmuskeligen

Arten fand ich die Campiler Schichten am Nordabhang des Morinsen-Berges gegen Seiss und in der Nähe des Dorfes Pufl.

Brachiopoden.

Diese Abtheilung der Weichthiere hat in der untern Trias innerhalb unseres Gebietes nur äusserst sparsame Vertreter. Eine der *Terebratula vulgaris* entsprechende Form kommt nicht selten in Begleitung des *Ceratites Cassianus* bei Araba im Thal Livinallongo vor. Ausserdem fand ich nur noch eine kleine, zierliche, flache *Lingula* am Westabhang des Solschedia im Gröden in herabgefallenen Bruchstücken von Seisser und Campiler Schichten. Das genaue Niveau konnte ich daher nicht bestimmen. Die Zuwachsstreifung ist deutlich und dichtgedrängt, die zwei Längenlinien der *Lingula tenuissima* fehlen ihr, daher sie kaum damit zu vereinigen sein dürfte.

Thiere aus niedrigeren Klassen, als die genannten, fehlen fast ganz. Ueber S. Michaël kommt eine dünne, schon von **Emmrich** angeführte Schicht mit vortrefflich erhaltenen *Ophiuren* vor. Herr Pfarrer **Clara** in Sanct Michaël hat sie entdeckt und mehrere Stücke gesammelt; doch ist jetzt die Schicht nicht mehr zugänglich. Von *Crinoideen* habe ich in der unteren Trias nie eine Spur gefunden, von *Korallen* ebensowenig. Dagegen sind nicht selten unbestimmbare *Schlangenreste* in den Seisser Schichten.

b. Obere Trias.

4. Virgloria-Kalk.

5. Mendola-Dolomit.

Die Grenze zwischen den Campiler Schichten und den darauf folgenden Kalken ist überall so scharf und bestimmt wie an der Seisser Alp. Der bedeutende petrographische Unterschied macht die Grenze auch landschaftlich leicht erkennbar. Die glimmerreichen schiefrigen Thone bilden sanfte bewachsene Gehänge, aus denen schroff die weisse klippige Mauer des Kalkes und Dolomites aufsteigt. Allein wenn schon bei der unteren Trias eine ungleiche Ausbildung in verschiedenen Gegenden bemerkbar war, so wird diese jetzt Gesetz. In dem ganzen Gebiet der oberen Trias herrscht eine oftmals verwirrende Manchfaltigkeit in den Lagerungsverhältnissen wie in der Verschiedenheit der Entwickelung der einzelnen Glieder.

Im Wesentlichen bestehen die Virgloria-Schichten aus bituminösem braunen und schwarzen Kalk, die Mendola-Schichten aus weissem Dolomit und grauem Kalk. Der *Virgloria-Kalk* ist stets von geringer Mächtigkeit, indem er kaum über 60′ erreicht, und geht im nordwestlichen Theil des Gebietes der Sedimentärschichten allmälig in den Dolomit über; er besteht daselbst aus knollig zerklüftenden, undeutlich geschichteten, sehr stark bituminösen Kalken von brauner Farbe. Gegen Osten (Peutler Kofl, Gaderthal, Wengen) und Süden nimmt das Gebilde mehr und mehr deutliche Schichtung und dunklere Farbe an und erscheint im südöstlichen Theil in Gestalt *schwarzer plattiger Kalke;* die einzelnen Platten variiren von 1—4″ Mächtigkeit. So sind sie im Livinallongo ausgebildet, allenthalben im Fassa und Fleims und weiterhin. Niemals sah ich darin eine Spur von Versteinerungen; doch fand Herr Bergrath **Foetterle** bei Andraz darin *Retzia trigonella Schl. sp.*, Herr **Wolf** in Judicarien *Spiriferina Mentzelii Dunk. sp.* Ich werde später zu zeigen suchen, dass auch die durch dieselben Versteinerungen bekannten Kalke von Recoaro diesem Niveau angehören.

Der *Mendola-Dolomit* erscheint in dem ganzen nördlichen Theil unseres Gebietes als die charakteristische Dolomitbank, wie sie das Profil der Seisser Alp (Nr. 8) zeigt. Sie besteht aus typischem, *krystallinischem, drusigem Dolomit* von weisser Farbe und zeigt keine Spur von Schichtung. Längs

dem Rande der Seisser Alp ist die Dolomitbank nach oben begrenzt durch das in unendlicher Mächtigkeit auflagernde System von Tuff-, Halobien- und anderen Schichten, über denen dann erst der petrographisch dem unteren Dolomit vollkommen identische Schlern-Dolomit folgt. Wie an der Seisser Alp, so sind die Lagerungsverhältnisse vom Fassa gegen den Langkofl und gegen das Pordoi-Gebirge, überhaupt bei den meisten Profilen der Gegend von Campidello, Buchenstein, S. Cassian, S. Leonhard, Campil, dem oberen Gröden und der Seisser Alp. Auch weiter gegen Südost, im Venetianischen, findet das erwähnte Lagerungsverhältniss sehr häufig statt, und es ist hier nur der Unterschied von der Seisser Alp zu erwähnen, dass in der Reihe der Tuffe zwischen unterem und oberem Dolomit zuweilen noch sehr mächtige Ablagerungen von magnesiareichem Kalk und selbst von Dolomit eingeschaltet sind. Ueberall, wo dies der Fall ist, lässt sich die obere Grenze des Mendola-Dolomits leicht festsetzen.

Allein in dem ungleich grösseren Theil des Gebietes fehlt jene mächtige Folge der Zwischenschichten ganz und gar, so dass der obere Dolomit unmittelbar dem unteren auflagert. Viele der Profile zeigen dies klar, insbesondere auch das beschriebene des Schlern an dessen Südabhang. Das meiste Interesse gewähren alsdann die Uebergangsstellen beider Lagerungsformen in einander, wie man sie am Schlern oberhalb Ratzes, am Langkofl und an mehreren anderen Stellen beobachten kann. Bleiben wir bei der Schlucht von Ratzes stehen, so sieht man dort gegen Cipit hinauf dasselbe Profil wie im Pufler Bach, nur mit weniger mächtigen Tuffen, und bei Cipit beobachtet man deutlich die Auflagerung des Schlern-Dolomits auf den Tuffen der Alp, während man am Gemsteig, am Abhang des Schlern hinaufsteigend, über den Campiler Schichten und dem Virgloria-Kalk nur noch Dolomit antrifft; es fehlen hier alle Tuffe und man kann deutlich sehen, wie sie sich zwischen unterem und oberem Dolomit auskeilen. Jener aber keilt sich niemals mit aus, sondern umzieht als deutlich abgesonderte Bank alle Abhänge des petrographisch vollkommen identischen Schlern-Dolomits. Man kann diese Bank dann weiter um den Rosengarten, die Rothe Wand u. s. w. bis in das Fassa verfolgen, wo sich oberhalb Campestrin plötzlich wieder die Tuffe zwischen die Bank und die höhere Gebirgsmasse einschieben. Am Langkofl ist das Uebergangsverhältniss noch schöner. Dass man in allen Fällen, wo diese identischen krystallinisch-körnigen Dolomite übereinander lagern, ihre Grenze so genau verfolgen kann, hat seinen einfachen Grund in dem gänzlichen Mangel der Schichtung in beiden Dolomiten. Nach der Entstehung des Mendola-Dolomits geschah die heftige Dislocirung, auf die wir noch öfters zurückkommen werden; einzelne Theile jenes Gesteins bildeten dadurch die Oberfläche inselförmiger Auftreibungen im Tuffmeere, und als dann der Schlern-Dolomit in einem ungleich tieferen Meer sich absetzte, lagerte er zum Theil auf Tuffen, zum Theil auf dem Mendola-Dolomit. Durch diese lange Zwischenperiode musste zwischen beiden Dolomiten eine deutliche Trennungsfläche entstehen, und diese ist es eben, welche den unteren Dolomit als ausgezeichnete Bank unter den oberen hervortreten lässt. — Man kann daher auch in diesem Fall die obere Grenze des Mendola-Dolomits mit grosser Genauigkeit festsetzen.

Eines dieser beiden Lagerungsverhältnisse findet stets in dem gesammten nördlichen Gebiet statt, daher man nördlich von einer vom Caressa-Pass nach dem Buchensteiner Thal gezogenen Linie niemals in Zweifel sein kann, ob man es mit unterem oder oberem Dolomit zu thun hat, und die Grenzen von jenem stets auf das Genaueste angeben kann. Es scheint daher, um die schwierigeren Verhältnisse in den südlicheren Gegenden beurtheilen zu können, geeignet, in den sicher festgesetzten Schichten des nördlichen Gebietes noch einen weiteren Anhalt zu suchen. Der petrographische Charakter gibt ihn nicht; denn er ist veränderlich und wiederholt sich im Schlern-Dolomit. Da auch keine deutlichen Versteinerungen vorkommen, so ist nur ein Anhalt in sehr eigenthümlichen Gebilden gegeben, welche beim

ersten Anblick als *Crinoidenstiele* erscheinen und in ihrer höchst charakteristischen Form auf das Niveau der Dolomitbank unmittelbar über den Virgloria-Kalken beschränkt sind. Sie finden sich in grosser Menge am Solschedia im Gröden. Es sind dies lange gebogene Stiele von 1—2‴ Durchmesser, welche aus sehr niedrigen Gliedern bestehen und eine auffallend weite centrale Höhlung haben, so dass das Gebilde gegliederten Röhren gleicht. Ich werde bei Beschreibung der Versteinerungen auf dieses Gebilde und seine weite Verbreitung zurückkommen. Es genügt vorläufig die Thatsache, dass es für unsere Dolomitbank leitend ist.

Wenden wir uns nun nach Süden und Westen, so wird die Bestimmung des Mendola-Dolomits ungemein schwierig. Nach unten ist er zwar auch hier durch die plattigen schwarzen Virgloria-Kalke begrenzt, welche sich petrographisch auf das Schärfste von den weiter im Liegenden folgenden Campiler Schichten unterscheiden; allein nach oben ist die Grenze um so undeutlicher und unbestimmter. Denn beide Dolomite verlieren, je weiter man sich von der Seisser Alp entfernt, mehr und mehr ihren einheitlichen Charakter. Es schieben sich einzelne nicht drusige magnesiareiche Kalke ein, und damit ist sogleich ein Gesteinswechsel und Schichtung angebahnt. An der Vedretta Marmolata und am Sasso Vernale ist dies in den eigentlichen Vertretern des Schlern-Dolomits der Fall, während der untere Dolomit noch immer als mächtige Bank mit dem früheren Typus erscheint. Im Monzoni-Thal sieht man in grosser Erstreckung den Mendola-Dolomit; er liegt zwischen Campiler Schichten und Tuffen und ist somit unzweifelhaft. Allein hier fehlt jene einheitliche Ausbildung, die ihn früher unter schwierigen Verhältnissen so leicht unterscheiden liess, und wenn wir endlich das Latemar-Gebirge betreten, so ist jeder Anhalt zur sicheren Grenzbestimmung zwischen Mendola-Dolomit und Schlern-Dolomit verschwunden. Beide bestehen hier aus einem Wechsel von krystallinischem Dolomit mit magnesiareichem Kalksteine und lagern unmittelbar übereinander. Dieselbe Schwierigkeit findet an der Sforzella und am Viesena statt und wächst, je weiter man gegen das Venetianische vorschreitet. Versteinerungen fehlen meist, und wenn sie sich finden, so sind es unbestimmbare *Globose Ammoniten,* welche beide Dolomite charakterisiren.

Nur an Einer Stelle findet sich eine Fülle von Versteinerungen. Dies ist an fast unzugänglichen Abhängen weit oberhalb der Alpe Val sorda am Latemar-Gebirge, hoch über der Grenze der bei der Alpe anstehenden Campiler Schichten. Das Gestein sind jene wechselnden Dolomit- und Kalkstein-Schichten, welche ebenso gut der unteren wie der oberen Grenze der oberen Trias angehören können. Die Versteinerungen tragen auf den ersten Blick vollkommen den Charakter der Fauna von Esino. Das Niveau dieser Fauna ist noch nicht mit voller Sicherheit festgesetzt, hat aber mit grosser Wahrscheinlichkeit seine Stellung zwischen den Schichten von S. Cassian und Raibl, würde also dem Schlern-Dolomit entsprechen. Allein dieser Interpretation unserer Fundstätte stellt sich mit Entschiedenheit das massenhafte Vorkommen jener räthselhaften crinoidenstielartigen Gebilde entgegen, welche für die Mendola-Schichten charakteristisch sind. Sie veranlassen uns, die Fundstätte der der Fauna von Esino ähnlichen Petrefacten am Latemar als dem tiefsten Niveau der oberen Trias angehörig zu betrachten.

Allein unser Gebiet bietet noch weitere Anhaltspunkte zur Bestimmung des Niveau's dieser Fauna. Dieselben Petrefacten finden sich sehr ausgezeichnet wieder am Cislon bei Neumarkt und an der Mendola, und zwar an beiden Orten mit den crinoidenstielähnlichen Gebilden. Der Dolomit von beiden Orten aber ist entschieden nur Mendola-Dolomit, während der des höheren Trias-Niveau's nach Westen nicht fortsetzt.

Die Verbreitung der Virgloria- und Mendola-Schichten ergibt sich zum Theil schon aus dem Vorigen. Sie fehlen nirgends, wo die Campiler Schichten vorkommen, und sind ihnen stets regelmässig

aufgelagert. Darum sind alle Kalkgebirge, wie die Karte zeigt, von einem Kranz aller Schichten vom Grödner Sandstein bis aufwärts zum Mendola-Dolomit umzogen. Zu erwähnen ist nur, dass im Osten die Mendola-Schichten in der Umgebung von Cortina d'Ampezzo Wichtigkeit erlangen, dass sie aber besonders nach Süden und Westen weit fortsetzen, stets mit den crinoidenstielähnlichen Gebilden und häufig mit den der Fauna von Esino ähnlichen Versteinerungen, dass sie endlich im Venetianischen in demselben doppelten Schichtenverband auftreten wie in Tyrol und den *Crinoiden-Kalken* von **Fuchs**, aber wol nur zum Theil, entsprechen.

Fauna.

a. *Virgloria-Kalk.*

Die Faunen des Virgloria-Kalks und des Mendola-Dolomits sind vollkommen verschieden; aber es scheint mehr ein Wechsel der Facies in Folge des veränderten Niederschlags als eine durch die Aufeinanderfolge der Perioden bedingte Veränderung zu Grunde zu liegen. In den schwarzen plattigen Kalken, welche den unteren Theil des Formationsgliedes bilden, fand, wie erwähnt, Herr Bergrath **Foetterle** am Abhang des Monte Frisolet gegen Buchenstein eine *Retzia trigonella Schl. sp.* Herr **Wolf** fand in Judicarien in denselben Schichten *Spiriferina Mentzelii*, und Herr **Foetterle** beobachtete bei Recoaro in plattigen schwarzen Kalken, welche über den Schichten mit *Naticella costata* liegen, *Spiriferina Mentzelii Dkr. sp.*, *Retzia trigonella Schl. sp.* und andere Formen, welche von dort seit alter Zeit bekannt sind. Herr **v. Schauroth** setzt die Trigonellenschicht von Recoaro in die unteren Lagen seines Muschelkalkes (Recoaro, S. 506), während nach **L. v. Buch** (Leonh. u. Br., Jahrb. 1848, S. 53) die Schichten mit *Spirifer rostratus*, *Spiriferina Mentzelii*, *Retzia trigonella*, *Dadocrinus gracilis* und *Ammonites modestus* über denen mit „*Gervillia socialis*", „*Terebratula vulgaris*", „*Ammonites nodosus*" und „*Encrinus liliiformis*" lagern, also genau dasselbe Verhältniss stattfindet wie in Süd-Tyrol. Damit stimmen auch **Pasini's** Angaben und **Foetterle's** Beobachtungen überein. Da indess viele Resultate über die Lagerungsformen der Schichtgebilde von Recoaro wegen der schwierigen Verhältnisse in jener Gegend nur durch Combination gewonnen werden konnten und die Ansichten von **Maraschini**, **Buch**, **v. Schauroth**, **Foetterle**, **Wolf** und Anderen über die Schichtfolge in der Umgebung des Badeortes, insbesondere über die Einreihung des Trigonellen-Kalkes, unter einander sehr abweichen, so scheint es, dass die Stellung des letzteren nach den Lagerungsverhältnissen an anderen Orten mit grösserer Sicherheit geschlossen werden kann. In Süd-Tyrol und Nord-Tyrol ist sie unzweifelhaft. Nach den Versteinerungen dürfen die bekannten Gebilde von Recoaro, vom Virgloria-Pass in Vorarlberg, Reutte in Nord-Tyrol und Opatowitz als die Aequivalente unserer schwarzen plattigen Kalke angesehen werden; in den Alpen eröffnen sie die obere Trias, in Deutschland fallen sie mitten in den Muschelkalk hinein.

b. *Mendola-Dolomit.*

Der beschriebene Fundort am Latemar-Gebirge ergab hauptsächlich Cephalopoden und Gastropoden. Es fanden sich:

Ammonites. — Mehrere sehr kleine und zierliche, vollkommen involute Formen von *Ammonites globosus*. Nur Eine Art ist flach und erreicht einen Durchmesser von 4 Zoll. Sie ist stark involut mit kleinerem Nabel und hat einen gerundeten Rücken. Bei wenigen Arten sind die Loben erkennbar.

Chemnitzia. — Von dieser in den Schichten von Esino so reich vertretenen Gattung fand ich am Latemar nur Eine Art mit glatter Schale; sie steht der *Chemnitzia Escheri Hörn.* [1]) (Trias-Gastro-

[1]) **Hörnes.** Ueber Gastropoden aus der Trias der Alpen. Denkschriften d. math.-naturw. Kl. d. Wiener k. Akad. d. Wiss. Bd. XII. S. 21 ff. mit 3 Tafeln.

poden. S. 27, T. II, F. 2, 3, 4) am nächsten, welche bisher von Esino und vom Schloss Tratzberg bei Jenbach im Unterinnthal bekannt geworden ist; sie ist am Latemar häufig. Auch am Cislon kommt sie vor.

Natica. — Es ist bisher durch Herrn Dr. **Hörnes** eine ansehnliche Reihe von Natica-Arten aus den Esino-Schichten bekannt geworden. Die Arten, welche bezeichnet sind als:

Natica Comensis Hörn. Trias-Gastrop. S. 25, T. I, F. 6 ab,
Natica sublineata Münst., bei Hörnes a. a. O, S. 25, T. I, F. 7 ab,
Natica Meriani Hörn. a. a. O. S. 26, T. II, F. 6 ab,
Natica lemniscata Hörn. a. a. O., S. 26, T. II, F. 7, 8 ab,
Nerita Prinzingeri Hörn. Neue Trias-Gastrop.[1]), S. 175, T. I, F. 4 ab,

stehen einander ausserordentlich nahe und sind Glieder einer langen Formenreihe, welche auch am Latemar ihre Vertreter hat und in einer überaus zahlreichen Menge von Individuen erscheint, die sich durch merkbare Unterschiede der Form auf die genannten Arten zurückführen lassen. Auch von den so charakteristischen Zeichnungen, welche Herr Dr. **Hörnes** beobachtete, sind Spuren vorhanden.

Turbo. — Herr Dr. **Hörnes** führt in der erstgenannten Abhandlung (Denkschriften, Bd. XII, 1856) drei äusserst charakteristische Turbo-Arten an, welche er

Turbo Suessi (T. I, F. 1),
Turbo subcoronatus (T. I, F. 2),
Turbo depressus (T. I, F. 3)

genannt hat und welche sich durch einen mit erhabenen Knoten versehenen oberen Rand der Windungen und durch die niedergedrückte, naticaähnliche Gestalt auszeichnen. Am Latemar finden sich an der bezeichneten Stelle häufig Exemplare einer Art, welche derselben Gruppe angehört. Sie stimmt in Hinsicht auf ihre Gestalt ganz und gar mit *Turbo depressus* überein, besitzt auch gleich dieser nur Längsstreifung, unterscheidet sich aber von ihr durch das Vorhandensein nur Einer Reihe starker Knoten, während die Form von Esino deren zwei besitzt.

Die von **Hörnes** abgebildeten Exemplare stammen von Unterpetzen bei Schwarzenbach in Kärnthen, von „S. Cassian"[2]) und Esino.

Crinoidenstielähnliche Gebilde. — Diese merkwürdigen, bereits oben vom Solschedia im Gröden erwähnten versteinerten Organismen scheinen in der Gestalt, in welcher sie in Süd-Tyrol auftreten, eine Eigenthümlichkeit des Mendola-Dolomits zu sein; sie erfüllen am Latemar eine Kalkschicht fast allein und zeigen hier ihre Structur sehr deutlich. Eine Beschreibung und Abbildung derselben Gebilde aus einer anderen Gegend hat **Schauroth**[3]) gegeben, daher ich auf die Gestalt und Structur nicht weiter eingehe. Leider kennt sie derselbe nur in Findlingen, daher in der Abhandlung über Recoaro kein Beleg über die Lagerungsverhältnisse dieses für die Parallelisirung sehr wichtigen Gebildes gegeben wurde. Die Findlinge stammen aus dem Val dell' Orco im Tretto und sollen als „Encriniten des Tretto" bekannt sein. Auch in Süd-Tyrol wurden sie bereits früher aufgefunden. So fand sie **Zeuschner** am Cislon bei Neumarkt, wo ich sie in Begleitung der vom Latemar angeführten Petrefacten in grosser Menge antraf. **Pusch** hat sie damals beschrieben[4]). **Wissmann** erwähnt die gleichen Gebilde

---

[1]) Ueber einige neue Gastropoden aus den östlichen Alpen. Denkschriften d. W. Akad. d. Wiss. Bd. X, 1856, S. 173 ff.
[2]) Wahrscheinlich aus einem der Dolomite der Gegend; man verkauft in Sanct Cassian Versteinerungen aus allen Formationen des Thales durcheinandergemengt.
[3]) Geognostische Verhältnisse von Recoaro, S. 527, 528, T. III, F. 4 a—l.
[4]) **Leonh.** und **Bronn**, Jahrb. 1829, S. 412—414.

von der Mendola[1]): „Westlich von Botzen über Andrian, am Abhang des Mendolaberges, fand ich in wenig krystallinischem Dolomit viele, meist sehr gekrümmte Trochitensäulen mit rundem, dickem Sipho, die runden Stielglieder (oft 20—30 zusammenhängend) alle gleich und sehr niedrig, kaum 1‴ hoch bei 3‴ Durchmesser. Daselbst finden sich 2‴ bis 5‴ dicke, walzenförmige Körper (vielleicht Korallen) in sehr krystallinischem Dolomit." **Wissmann** weist selbst schon auf die Identität dieser Gebilde mit den von **Zeuschner** am Cislon gefundenen und von **Pusch** beschriebenen hin. Ich fand sie an der Mendola allenthalben wieder in dem Dolomit, welcher unmittelbar Virgloria-Kalk und Campiler Schichten bedeckt. Auch hier finden sie sich in Begleitung der Fauna vom Latemar. Dieser Umstand war neben der Bekanntheit des Namens der Mendola die Veranlassuug zur Benennung der in Rede stehenden Schichten.

Schon **Schauroth** verglich seine „Encriniten vom Tretto" den von **Schafhäutl** als *Nullipora annulata* beschriebenen Gebilden vom Gipfel der Zugspitze im südlichen Bayern[2]). Das Alter der Gesteine der Zugspitze bestimmte Herr Dr. **Schafhäutl** damals als sehr jugendlich; seitdem hat es sich, vorzüglich durch die Untersuchungen von **Gümbel** und später vom Herrn **v. Hauer**, ergeben, dass dasselbe ungefähr den Hallstätter Kalken entspricht[3]), mithin im Niveau nur wenig über den Mendola-Schichten steht. Ueberdies führen auch die Kalke der Zugspitze in ihrem Fortstreichen die Versteinerungen der Fauna von Esino, wenngleich nicht genau dieselben Formen, welche den Latemar und die Mendola charakterisiren. So wie hierin, so zeigt sich auch in unseren sogenannten Trochitensäulen ein kleiner Unterschied, indem diejenigen von Nord-Tyrol weit dicker und geschlossener sind und sich nicht in schraubenförmig getrennte Ringe auflösen, wie die in Süd-Tyrol. Uebrigens sind sie für die Hallstätter Kalke von Nord-Tyrol ebenfalls ein leitendes Petrefact. Sollten sie sich durch weitere Untersuchungen noch, wie bisher mehrfach vermuthet wurde, als Reste von Korallen ergeben, deren innere Structur durch die Dolomitisation verändert und undeutlich geworden ist, so dürfte in ihnen das aufbauende Element der mächtigen Gesteinsmassen gefunden sein, und wie wir im weiteren Verlauf den Schlern-Dolomit als eine Korallenriffbildung kennen lernen werden, so dürfte sich derselbe Ursprung dann auch für den Mendola-Dolomit und vielleicht auch für die ausgedehnten Massen der Hallstätter Kalke und der Esino-Dolomite ergeben.

Die Fundorte der cylindrischen Röhren sind:

Latemar bei Predazzo,
Solschedia im Gröden,
Cislon bei Neumarkt,
Mendola bei Botzen,
Tretto bei Recoaro,

und von der nord-tyrolischen Abänderung:

Zugspitze und viele andere Punkte in Nord-Tyrol.

Die Namen, unter welchen sie aufgeführt wurden, sind:

Nullipora annulata Schafhäutl,
Chaetetes Schauroth,
Crinoiden vom Tretto, Vicentinische Geologen,
Trochitensäulen Wissmann.

Ob die in Rede stehenden Gebilde die von **Fuchs** für ein Formationsglied, welches unmittelbar über

[1]) **Wissmann** und Gf. **Münster**. Beiträge, S. 12.
[2]) **Schafhäutl** in **Leonh.** und **Bronn**. Jahrb. 1853, S. 300—304, T. VI, F. 1 a—f.
[3]) v. **Richthofen**. Die Kalk-Alpen von Vorarlberg und Nord-Tyrol. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. in Wien. Bd. X, Heft 1.

den Schichten mit *Naticella costata* folgen soll, vorgeschlagene Benennung „Crinoidenkalk" veranlasst haben, ist nicht sicher zu beantworten, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass sie wenigstens dazu beitrugen. Da Fuchs *Encrinus liliiformis* darin anführt, so ist es wahrscheinlich, dass er unseren „Kalkstein von Cipit" auch noch zum Crinoidenkalk rechnet; doch dürfte wol die grosse Masse der „Crinoidenstiele" ihre Erklärung in den hier beschriebenen Gebilden finden.

Das interessante Verhältniss zwischen der Fauna des Mendola-Dolomits am Latemar und der Fauna des Esino-Dolomites von Esino und Unterpetzen wäre eine dankbare Aufgabe für weitere Untersuchung. Das Gestein ist in beiden Fällen drusiger Dolomit und dolomitischer Kalkstein, die Lebensbedingungen scheinen daher dieselben gewesen zu sein. Nur im Alter ist ein Unterschied, indem zwischen beide Dolomite die Tuffperiode fällt. Dem entsprechend findet sich in den Faunen eine grosse Analogie der Formen, aber keine Gleichheit; dieselben Gattungen, wie früher, aber nur ähnliche Arten, die sich durch neue Höckerreihen, stärkere Wölbung und dergleichen Umstände unterscheiden. Es spricht sich hier mit deutlichen Zügen aus, dass in der oberen Trias der Süd-Alpen eine besondere dolomitische Facies sich selbstständig neben allen anderen Faunen fortentwickelt und in ihrem vom Niederschlag abhängigen periodischen Auftreten allmälig ihre Gestalt verändert.

6. Schichten von Buchenstein.

Vom Rothen Sandstein bis aufwärts zum Mendola-Dolomit lagern in Süd-Tyrol alle Schichten vollkommen parallel und regelmässig übereinander. Nirgends fehlt ein Glied aus der Reihe, wenn es nicht zufällig mechanisch zerstört und fortgeführt wurde, und an allen Störungen in der Lagerung eines Gliedes nehmen alle anderen Antheil. Allein mit dem Mendola-Dolomit ist diese Regelmässigkeit zu Ende. Eine sehr mächtige Revolution verändert plötzlich das ganze Gebiet, einzelne Theile werden trocken gelegt, während an anderen die Ablagerung von Schichten fortdauert. Jenes fand dort statt, wo der Schlern-Dolomit unmittelbar dem unteren aufliegt, während von einer fortdauernden Wasserbedeckung diejenigen Stellen zeugen, wo beide Dolomite durch andere Schichten getrennt sind. Dies ist der Grund, wesshalb alle Glieder der oberen Trias, von den Buchensteiner Schichten an bis zu den letzten Tuffbildungen, in einem beschränkten Raum vorkommen; erst mit der Periode der Bildung des Schlern-Dolomits tritt wieder eine allgemeinere Wasserbedeckung ein. Beide Uebergänge sind gleich scharf und bestimmt, aber nur der erste wurde durch eine plötzliche Katastrophe herbeigeführt, daher auch die Grenzen der Ablagerungen während dieses Theils der Triasperiode sich mit Sicherheit verfolgen lassen. Ich werde später im historischen Theil näher auf die Erörterung der Dislocation eingehen; hier will ich nur noch auf das Conglomerat Nr. 9 im Profil der Seisser Alp hinweisen, als ein Schichtenglied, welches mit der angedeuteten Katastrophe im engsten Zusammenhang steht; es liegt unmittelbar über dem Mendola-Dolomit und gibt den besten Beweis für die Heftigkeit, mit welcher die Aenderung der Umstände herbeigeführt wurde. Es ist hier der Wendepunkt der beiden Abtheilungen der Triasperiode, welche wir oben für das südliche Tyrol unterschieden und als ältere und jüngere Trias bezeichneten.

Während der Zeit, wo das Triasmeer in engere Grenzen eingeschlossen war, änderten sich die Bildungsverhältnisse der Gesteine auf die manchfachste Weise, und wir begegnen einem überaus grossen Wechsel der verschiedenartigsten Schichten und damit auch der verschiedensten Faunen, welche je nach dem Wechsel der Lebensbedingungen in einander übergehen und mit einander alterniren. Es ist die Periode von *Halobia Lommeli* und *Ammonites Aon*, die beide auch im tieferen und höheren Niveau wahrscheinlich noch vorkommen, aber hier ihr eigentliches Zeitalter haben, die Periode ferner der reichen Cassianer Fauna, die sich allmälig entwickelt und plötzlich verschwindet. Es ist ferner eine Periode

heftiger, fortdauernder, centralisirter, eruptiver und vulkanischer Thätigkeit im weitesten Sinne. Wechselnde Gesteinsausbrüche und Gasexhalationen, unterbrochen durch ruhigere Perioden, mussten jenen Reichthum von Gesteinen und Faunen veranlassen. Betrachten wir indess erst die Wirkungen, ehe wir auf die Ursachen eingehen, deren Ausführung einem späteren Abschnitt vorbehalten bleibt [1]).

Einer natürlichen Gliederung der vielfach verschiedenen Gebilde stellen sich bedeutende Schwierigkeiten entgegen, die hauptsächlich in den Uebergängen und der häufigen Wechsellagerung bedingt sind. Doch lässt sich für jedes der von uns getrennten Glieder im Allgemeinen ein Niveau feststellen. So sind die Schichten von Buchenstein stets auf den unteren Theil beschränkt, so wie sie auch in dem Profil der Seisser Alp nicht wiederkehren. Ihre Trennung von den Mendola-Schichten ist gewiss als eine nothwendige zu betrachten, da eine heftige geologische Katastrophe beide trennt und sie daher nur in einem kleinen Theil des Verbreitungsgebietes von jenen, in diesem aber constant vorkommen, da ferner beide petrographisch und paläontologisch scharf getrennt sind. Die letzteren Merkmale trennen auch die Buchensteiner Schichten von den überlagernden Halobienschichten, wiewol diese an der Seisser Alp auch noch unter ihnen in geringer Mächtigkeit vorkommen. Sie bezeichnen eine durch die eigenthümliche Art ihrer Niederschläge und durch das massenhafte Vorherrschen gewisser Thierformen ausgezeichnete Periode, die zwar mit ihren typischen Merkmalen erst dem Absatz der Buchensteiner Schichten folgt, deren charakteristische Verhältnisse sich aber hier und da zu verschiedenen Malen wiederholten und gleiche Producte hervorriefen.

Trennen wir die Buchensteiner Schichten von allen diesen unter- und überlagernden Systemen, so sind sie petrographisch charakterisirt durch Kalke mit Feuerstein-Ausscheidungen. Dieselben sind unregelmässig knollig und bilden zuweilen auf den Schichtenflächen wulstige Erhabenheiten, die durch Verwitterung mit ockergelber Farbe daraus hervortreten. Der Feuerstein ist meist von schwarzbrauner Farbe, der Kalkstein ist rauchgrau, fest und auch etwas kieselig. Wie an der Seisser Alpe, so treten auch an anderen Orten Zwischenschichten von Kalk auf, welcher mit Kieselerde innig imprägnirt ist, aber die genannten Ausscheidungen derselben nicht enthält. Dagegen fehlen im weiteren Verlauf die thonigen schieferigen Einlagerungen, so wie die schwarzen dünnen Kalkplatten mit *Halobia Lommeli*. Die Mächtigkeit der Buchensteiner Schichten beträgt zwischen 80 und 120 Fuss. In typischer Entwickelung treten sie in der Nähe des alten Castells Buchenstein auf. Die Ruinen desselben, welche auf einem Felsen von Eruptivtuff stehen, sollen in ihren Fundamenten römischen Ursprungs sein, der weitere Bau aus dem Mittelalter (Castell' Andraz) stammen. Sie liegen in einem der beiden Quellthäler des Cordevole und gaben demselben seinen Namen. Das andere westlichere derselben mit dem Ort Pieve ist unter dem Namen Livinallongo bekannt. Allein meist wird eine der beiden Benennungen auf das gesammte Quellgebiet, so weit es im tyrolischen Gebiet liegt, angewendet und beide als gleichbedeutend betrachtet. In beiden Thälern treten die Buchensteiner Schichten auf. Sie stehen unter dem Schloss Buchenstein an und ziehen sich von hier einerseits über Pieve durch das Livinallongo hindurch, andererseits in ununterbrochener Linie über Colle di Santa Lucia in die Codalonga und von dort in das venetianische Gebiet. Von den genannten Orten aus erstreckt sich das Verbreitungsgebiet der Buchensteiner Schichten über den gesammten nördlichen Theil des Tuffplateau's; allenthalben lagern sie unmittelbar über dem Mendola-Dolomit und eröffnen die Reihe der Tuffe. Dies genügt, ihre Verbreitung auf der Karte, wo die Schichten mit ihrem Liegenden vereinigt werden mussten, leicht herauszufinden.

Paläontologisch sind die Buchensteiner Schichten durch nur wenige Arten charakterisirt. *Ammonites*

[1]) S. Augitporphyr: Eruptionserscheinungen.

globosus kommt in Feuerstein verwandelt mitten unter unregelmässigen Knauern vor, aber nur selten sind die Loben erkennbar. *Halobia Lommeli* findet sich, wie erwähnt, in schwarzen kalkigschieferigen Zwischenschichten, zuweilen in bedeutender Menge.

7. Schichten von Wengen, **Wissm.**

(Halobienschichten, Emmrich.)

Diese petrographisch ungemein charakteristischen Schichten sind, wie eben erwähnt wurde, weniger auf ein bestimmtes Niveau beschränkt als die vorigen. Doch erreichen sie ihre bedeutendste Mächtigkeit stets unmittelbar über den knolligen Buchensteiner Kalken; hier steigt sie bis 200 und 300 F., während sie gewöhnlich zwischen den höheren Tuffschichten nur wenige Fuss, oft nur einige Zoll beträgt. Das Gestein bleibt allenthalben das im Profil der Seisser Alp (Nr. 20) beschriebene. Verkieselte, dünnplattige, äusserst feinerdige Tuffe von dunkelgrauer und schwarzer Farbe walten vor. Zuweilen nimmt der Gehalt an fein vertheilter Tuffmasse zu, und dann entstehen schwarze Tuffschiefer, die bedeutend weicher sind als jene verkieselten Gesteine. Wieder andere Schichten zeichnen sich durch grossen Kalkgehalt aus, ohne dadurch wesentlich ihren Charakter zu verändern. Die Plattung wie die Schieferung sind stets in hohem Grade vollkommen und ganz ebenflächig. Die erdigeren Schichten sind zuweilen bituminös und enthalten dann viel fein eingesprengten Eisenkies, der in diesem Fall auch das Versteinerungsmaterial bildet. Wo das Gestein fester ist, bemerkt man stets eine Zerklüftung senkrecht zu den Schichtungsflächen, wodurch dasselbe in parallelepipedische Stücke zerfällt. An den steilen Gehängen, welche das Schichtensystem durchschneiden, sieht man dann jede Schicht in zahllosen kleinen Ecken und Kanten winkelig zerspringen.

Das Hauptvorkommen dieser Schichten ist bei Wengen, am Weg nach S. Vigil. In grosser Ausdehnung sind sie an der Seisser Alp vorhanden, wo sie Anfangs in wenigen dünnen Zwischenlagen mit den knolligen Kalken wechsellagern und von dem im Profil beschriebenen Lagergang des Augitporphyrs in zwei Abtheilungen getrennt werden. Am Nordwestabhang des Puflatsch ist eine dritte Abtheilung in das Eruptivgestein eingeschlossen. Am Pufler Bach, am From-Bach und bei Cipit sieht man die über denselben liegenden Schiefer in besonders schöner Entblössung. Sie sind von tiefen Bacheinschnitten bis hinab zum Augitporphyr senkrecht gegen die Schichtung durchrissen und stehen in hohen Wänden an, an deren Fuss ein Haufwerk der kleinen regelmässigen Tafeln sich ausdehnt. Andere Orte sind: nördlich von Runggatsch im oberen Gröden, ferner das untere Enneberg, insbesondere die Gehänge um Pederova, das Buchensteiner Thal, Codalonga u. s. w. Den ausgezeichnetsten Fundort von Versteinerungen entdeckte ich bei Corfara im oberen Enneberg. In der Schlucht gegen Stern steht die ältere Trias von den Seisser Schichten bis zum Mendola-Dolomit an. Darüber folgen zunächst Buchensteiner Knollenkalke und dann Wenger Schichten in grosser Mächtigkeit. An einem kleinen Abhang östlich vom Dorf treten unter der Dammerde der Felder ausgezeichnete, sehr thon- und kieselreiche, schiefrige Platten auf, welche eine grosse Menge von Versteinerungen führen. Im Herbst gräbt man die Platten heraus und benutzt sie zum Pflastern der Keller.

Der Artenreichthum der Fauna der Wenger Schichten ist gering; um so bedeutender ist die Menge der Individuen.

Halobia Lommeli Wissm. (Wissm. in Gf. Münster's Beiträgen, T. XVI, F. 11. Eichwald, Geognostischer Ausflug nach Tyrol, a. a. O. S. 104—106, T. II, F. 1. *Avicula pectiniformis Catull.*). Diese Leitmuschel der oberen Trias der Süd-Alpen bildet mit ihren Schalen allein ganze Bänke. Allenthalben kommt sie in den in Rede stehenden Schichten vor und gab die Veranlassung zu deren Benennung:

„Halobien-Schichten". Je reicher an erdigem Tuff das Gestein, desto mehr nehmen die Schalen an Zahl und Grösse zu; der schlammige, aus fein vertheilter Tuffmasse entstandene Boden der Wenger Schiefer scheint ihnen besonders günstig gewesen zu sein, da auch die sparsamsten Einlagerungen dieses Gesteins in den Tuffen sich durch die Häufigkeit der *Halobia* auszeichnen, während viele andere mächtige Schichtgesteine der Tuffe nur ausnahmsweise einige Individuen enthalten. So ist sie im Dolomit äusserst selten, ebenso im reinen Kalkstein. Bei Corfara sind einzelne Individuen in Eisenkies verwandelt. Uebrigens scheint sie auch gleich jenem feinerdigen, schlammigen Sedimente vorzugsweise auf seichte Ufergegenden mit sanft ansteigendem Boden und auf die Höhe von Klippen beschränkt gewesen zu sein.

Was die Verbreitung der *Halobia Lommeli* im Allgemeinen betrifft, so geht diese Muschel nie über die Grenzen der oberen Trias hinaus; es scheint, dass sie auch innerhalb dieser Abtheilung nicht alle Niveaux charakterisirt. An der Seisser Alpe fand ich die ersten schwachen Spuren unmittelbar über dem Mendola-Dolomit (s. Nr. 11 des Profils der Seisser Alp); dass sie an dieser Stelle nicht tiefer vorkommt, kann man durch das ihr ungünstige Gestein begründen. Allein es dürfte auch kaum ein anderer Ort in den Süd-Alpen bekannt sein, wo sie bis in die untersten Schichten der oberen Trias hinabreichte. In den Nord-Alpen finden sich jedoch Spuren unserer Bivalve bereits im Virgloria-Kalke. Herr Professor **Pichler** in Innsbruck entdeckte in diesen Schichten unweit der Martinswand Schalenfragmente, welche sich nur darauf deuten lassen. — Was aber die höheren Etagen der alpinen Trias betrifft, so kommt die Art noch in den typischen St. Cassianer Schichten mit der am reichsten entwickelten Fauna vor; ich fand sie darin auf den Stuores-Wiesen bei S. Cassian. Höher hinauf wird sie selten; im Schlern-Dolomit konnte ich sie nirgends entdecken; doch dürfte sie darin trotz des ihr sehr ungünstig scheinenden Gesteins nicht ganz fehlen, da sie Herr **Arnold Escher v. d. Linth** in dem wahrscheinlich parallelen Esino-Dolomit fand. In den Raibler Schichten aber, dem Schlussgebilde der Trias, ist sie noch von keinem Fundort bekannt geworden. Es scheint hieraus hervorzugehen, dass *Halobia Lommeli* mit Beginn der oberen Trias ganz allmälig und sporadisch auftritt und gegen das Ende derselben ebenso allmälig verschwindet, dass ihre Hauptperiode zwischen die beiden süd-tyrolischen Dolomit-Bildungen, also in die Zeit der vulcanischen Thätigkeit, fällt und dass sie in dieser Periode wiederum ihren Culminationspunkt in den Wenger Schichten, also nach den ersten Eruptionen des Augitporphyrs, erreicht. Sie taucht nachher periodisch noch in ähnlicher Massenhaftigkeit auf, sobald die Verhältnisse ihr günstig sind, und stempelt dadurch die oft wiederkehrenden Wenger Schichten zu einer Facies.

Es wurde bereits vielfach auf die vicariirenden Arten der Nord-Alpen: *Monotis salinaria* und *Halobia salinarum Br.*, hingewiesen; beide Arten scheinen hinsichtlich ihrer verticalen Verbreitung in gleiche Grenzen eingeschränkt zu sein wie *Halobia Lommeli.*

Was nun die geographische Verbreitung der *Halobia* der Wenger Schichten betrifft, so scheint diese Muschel in den Süd-Alpen nirgends zu fehlen; für sie ist sie eigentlich leitend; in Süd-Tyrol, im Venetianischen, in den Lombardischen Alpen ist sie nachgewiesen worden; auch in Krain fehlt sie nicht. In den Nord-Alpen indessen ist sie um so seltener. Allein die Orte, an denen sie nachgewiesen wurde, liegen in so grossen Entfernungen von einander, dass man auch hier ihre Verbreitung als eine allgemeine annehmen darf. Zuerst fand sie am Triesner Kulm im Fürstenthum Liechtenstein Herr **Arnold Escher** [1]) in schwarzen Mergelschiefern, die ich an einer anderen Stelle als *Partnachmergel* beschrieben habe. Ferner entdeckte Herr Prof. **Pichler** den eben genannten Fundort bei

[1]) **Studer**, Geologie der Schweiz, Bd. II. **Escher**, Vorarlberg, S. 27.

Innsbruck; sie findet sich hier auch noch in höherem Niveau und sicher erkennbar im dolomitischen Kalkstein der Arzler Scharte, der dem *Hallstätter Kalk* angehört. Herr v. **Hauer** und ich fanden in Begleitung von Herrn **Pichler** die *Halobia* an beiden Orten [1]). Endlich wies Herr **Stur** [2]) sie am Todten Gebirge im Ensthal, vorzüglich am Grossen Tragl und am Thorstein, in mürbem, grauem Sandstein zwischen Dolomit und Dachsteinkalk nach.

So weit daher die obere alpine Trias verbreitet ist, scheint sie durch *Halobia Lommeli* charakterisirt zu sein. Allein ihre grösste Entwickelung erreicht sie doch in dem Augitporphyrgebiet von Süd-Tyrol, und hier wiederum ist ihr eigentliches Niveau in den Schichten von Wengen.

Eine ganz andere Stelle im zoologischen System schreibt **Eichwald** der *Halobia Lommeli* zu und weist auf Grund dessen den durch sie charakterisirten Schichten eine weit verschiedene Stellung in der Reihe der Formationen an. Nach einer trefflichen Beschreibung der Art gelangt derselbe zu folgendem Schluss: „Wenn auch keine deutlichen Schlosszähne bemerkt werden und der Hof des Schlossrandes nebst seiner mittleren dreieckigen Oeffnung wie im *Productus* fehlt, so ist doch ihre (der *Hal. Lommeli*) Gestalt so *Orthis*-ähnlich, dass sie danach schon einen Uebergang zu dieser Brachiopodengattung bilden könnte, und der Halobienschiefer, den sie erfüllt, als zu einer älteren Formation gehörig anzusehen wäre" [3]). Die Formation, welcher **Eichwald** die betreffenden Gebilde einzureihen geneigt ist, ist die der Grauwacke. Das Gestein und die *Orthis*-ähnliche Gestalt der *Halobia* sind die Hauptbelege dafür, und doch werden in der vorhergehenden Beschreibung die ungleichen Ohren, so wie der vollkommene Mangel an Symmetrie hervorgehoben.

Später (S. 114) weist **Eichwald** auf die Analogie hin, welche er zwischen dem Vorkommen der Obolen am Finnischen Meerbusen und der Halobien in Süd-Tyrol findet; beide sollen *Orthis* nahe stehen, mithin beiderlei Schichtensysteme gleichaltrig und zwar Grauwacke sein.

Dass die von **Catullo** aufgestellte und abgebildete *„Avicula pectiniformis"* mit unserer *Halobia* identisch sei, wurde bereits von **Hauer** [4]), später auch von **Schauroth** [5]) nachgewiesen.

Posidonomya Wengensis Wissm. (*Posid. minuta Catull.*). — Diese kleine Art, in der oberen Trias der einzige Nachfolger der grossen Formen der unteren Abtheilung, ist allenthalben vorhanden, besonders bei Corfara, Wengen und an der Seisser Alp.

Avicula globulus Wissm. — **Eichwald** hält (a. a. O. S. 113, Anm.) diese Art für junge Exemplare der *Pos. Wengensis.* Sie findet sich seltener als diese und mehr gruppenweise an einzelnen Orten, so an der Seisser Alp unter dem Augitporphyr und bei Wengen.

Ammonites Aon Münst. — Nebst *Halobia Lommeli* ist diese Art wol die leitendste für die obere Trias. Ihre verticale Verbreitung scheint aber noch bedeutender zu sein. Die höchste Entwickelung in der Zahl der Individuen erreicht die Art in den eigentlichen Cassianer Schichten, hinsichtlich der Grösse aber in den Wenger Schichten, in denen bei Corfara Exemplare von 9" Durchmesser vorkommen. Die Wenger Schichten sind ausgezeichnet durch grosse flache (wahrscheinlich flachgedrückte) Schalen mit 4—5 Reihen gleichmässiger Knoten.

Ausser diesen Versteinerungen sind mir wenige bekannt geworden. Bemerkenswerth sind die Ammoniten von Corfara, welche in ausserordentlicher Zahl bei dem Zerspalten der Platten zum Vorschein

---

[1]) **Richthofen**, Kalk-Alpen von Vorarlberg und Nord-Tyrol. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1859, Heft 1.
[2]) Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanst. Bd. IV, 1853, S. 475.
[3]) Geognostischer Ausflug nach Tyrol, S. 106.
[4]) Venetian. Fossil. S. 18.
[5]) Recoaro, S. 524.

kommen und zum Theil in Eisenkies verwandelt sind. Die Mehrzahl gehört dem genannten *Ammonites Aon* an, doch tritt neben diesem auch der *Ammonites Wengensis Klipst.* (Oestl. Alpen, S. 120, Tab. VI, Fig. 11) und ausserdem noch wenigstens Eine Art auf. Auch jene Form, welche durch ihre Aehnlichkeit mit *Ammonites cordatus* einigen Einfluss auf die Ansichten über das Alter der Wenger Schichten ausgeübt hat, scheint mir in einem Exemplar vertreten, das ich am From-Bach auf der Seisser Alpe fand; die Unkenntlichkeit der Loben lässt leider eine sichere Bestimmung nicht zu. Um die Wenger Schichten gewissermassen noch bestimmter als Vorläufer der Schichten von Sanct Cassian zu charakterisiren, kommen bei Corfara neben den Ammoniten auch einige flachgedrückte *Orthoceratiten* vor. Von besonderem Interesse sind *Fische,* welche sich in den Schiefern desselben Ortes finden und aus diesen tiefsten Gliedern des Gesammtsystems der Cassianer Schichten noch nicht bekannt sein dürften. Ueberhaupt scheint Corfara bei fernerer Untersuchung eine reiche Ausbeute für die weitere Kenntniss der Fauna der Wenger Schichten zu versprechen.

Von Pflanzenresten sind zu erwähnen: ein flachgedrückter Zweig eines *Araucarites* aus den Schiefern von Corfara. Ebendaselbst finden sich Zweige von einigen Fuss Länge, welche Herr **Const. R. v. Ettingshausen** als eine neue, sehr breitblättrige Art von *Zamites* erkannte. Ausser den beiden genannten Arten finden sich noch sehr zahlreiche Pflanzenreste; sie sind allenthalben häufig, beschränken sich aber meist auf eine Unzahl zerstreuter, unbestimmbarer, kleiner Bruchstücke. An der Seisser Alp sind sie grossentheils verkohlt.

8. Kalkstein von Cipit.

Vor der Darstellung der Sedimentärtuffe, welche unmittelbar über den Halobienschichten lagern und in grosser Mächtigkeit bis zum Schlern-Dolomit anhalten, scheint es geeignet, aus ihnen eine Reihe von Kalksteinen auszuscheiden, welche den Tuffen in den unteren Theilen eingelagert sind und sich durch ihre besondere Fauna auszeichnen. Es folgen ganz analog in den höheren Theilen die Mergelkalke mit der St. Cassianer Fauna. Auch die Betrachtung dieser Einlagerungen schicke ich der der Tuffe voraus. Denn wenn auch geologisch wie paläontologisch die Tuffe mit den eben betrachteten Wenger Schichten wie mit den eingelagerten Kalken ein Ganzes bilden, so spricht sich doch in den letzteren wie in jenen schlammigen Sedimenten der Charakter der jedesmaligen Fauna reiner, bestimmter und vollständiger aus, als in den für organisches Leben weniger günstigen Conglomeraten und Sandsteinen. Allerdings erhalten die in diesen charakteristischeren Niederschlägen enthaltenen Versteinerungen dadurch die untergeordnete Bedeutung von gesonderten Facies. Allein es spricht sich gerade in diesen Facies die allmälige Entwickelung der organischen Welt einer Formationsabtheilung in deutlichen Zügen aus. Die häufig veränderten äusseren Umstände rufen einen oftmaligen Wechsel der Facies hervor; bei jeder von ihnen aber ist, so oft sie wieder erscheint, ein Fortschritt oder ein Rückschritt bemerkbar. Da ferner jene Schichten wegen ihrer sparsamen Einlagerung die Zeitabschnitte besser repräsentiren und schärfer sondern, so kann man den paläontologischen Charakter der Tuffe nur verstehen, wenn jener der eingelagerten Kalke gegeben ist.

Die als „Kalkstein von Cipit" bezeichneten Bänke bilden gewissermassen die Einleitung für die Cassianer Schichten; die reiche Fauna wird allmälig herangezogen und findet sich hier erst in wenigen Arten als Vorläufern der spätern Manchfaltigkeit entwickelt. Das Gestein des Cipiter Kalkes von der Seisser Alp ist ein brauner, auf den Bruchflächen dunkelgefleckter, dichter, stellenweise etwas krystallinischer bituminöser Kalkstein von ungemeiner Zähigkeit. Er enthält Höhlungen, welche stets und nur mit Kalkspath-Skalenoëdern ausgekleidet sind, eine Eigenschaft, welche an der Seisser Alp das Gestein vor allen anderen sogleich erkennen lässt. Stets ist dasselbe stark zerklüftet und jede Schicht

in Blöcke aufgelöst. Nun denke man sich leicht zerstörbare Tuffschichten mit einer Einlagerung einer 10—15′ mächtigen, in Blöcke sich auflösenden Kalksteinbank, so werden die Blöcke nach Entfernung der oberen Tuffschichten zurückbleiben und, wenn die unteren zu einem schief geneigten Abhang verwittern, sich auf demselben zerstreut finden. Diese Erscheinung findet in der That statt und hat Veranlassung gegeben, von einer grossen Masse auf der Alpe zerstreuter „Dolomitblöcke", von „aus der Tiefe mit heraufgerissenen Kalksteinblöcken mit Crinoidenstielen *(Encr. liliiformis)*" u. s. w. zu reden. Es wurde den Blöcken der verschiedenste Ursprung und die verschiedenste Bedeutung zugeschrieben. In der That finden sich am Fuss des Schlern und am Langkofl einzelne Dolomitblöcke, die aber leicht zu unterscheiden sind und den Fuss dieser Berge nicht verlassen. Dass aber jene Kalksteinblöcke mit Skalenoëderdrusen aus einer eingelagerten Schicht entspringen, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man in einem der bei der Sennhütte Cipit sich vereinigenden Bäche aufwärts steigt. Man gelangt alsdann zu zwei dergleichen Kalkbänken und kann von ihnen aus die obere, der Schichtenfläche entsprechende Grenze der herumliegenden Blöcke leicht verfolgen. Die eine der Bänke besteht aus dem beschriebenen zähen Kalkstein und zeichnet sich durch lauchgrüne Partien im Innern aus. Sie enthält grosse Korallenstücke und viele andere Versteinerungen und ihre Verwitterungsflächen sind grau und ausgezackt. Die andere Bank ist ein mehr lockerer, ein wenig dolomitischer Kalk, der mit gelber Oberfläche verwittert und nur eigenthümliche, verästelten Korallen vergleichbare Gebilde enthält. Noch höhere Bänke sind den Tuffen am Grunser Bühel eingelagert, einem kleinen Höhenzug, der sich auf der Alp senkrecht von den Rosszähnen abzweigt.

In derselben Weise wie beim Cipit kann man die Kalkbänke verfolgen, wenn man am From-Bach den gewöhnlichen Weg nach der Hochfläche der Alp einschlägt. Auch hier sind sie den Tuffen nicht weit über den Halobienschichten eingelagert. Am Pufler Bach sind sie weniger deutlich, aber gleichwol durch die Verbreitung der losen Blöcke angedeutet.

Der Kalkstein von Cipit von der Seisser Alp besitzt noch ein charakteristisches Merkmal durch seine bedeutende specifische Schwere, deren Grund durch das massenhafte Auftreten von *Cölestin* in weissen, stenglig-strahligen Partien klar wird. Dieses Mineral ist von der Seisser Alp längst bekannt; man gewinnt es aus den Blöcken am From-Bach, wo es in besonders grosser Menge vorkommt. Eine so bedeutende Beimengung von schwefelsaurem Strontian musste aber, wenn es ursprünglich im Niederschlag vorhanden war, jedes organische Leben verhindern oder, falls es ein Product späterer Umwandlung durch Mitwirkung vulcanischer Dämpfe oder anderer Umstände ist, die Reste der Organismen zerstören. In der That kommt in Begleitung des schwefelsauren Strontians niemals eine Versteinerung vor.

Was die Verbreitung des Kalksteins von Cipit anbelangt, so findet er sich mit den angedeuteten Eigenschaften nur auf dem Tuffplateau der Seisser Alp. Allein allenthalben, wo Tuffe vorkommen, sind ihnen noch vor der Entwickelung der St. Cassianer Fauna Kalke eingelagert. Diese Kalkbänke erreichen an manchen Stellen, wie im oberen Fassathal, eine Mächtigkeit von 50—100 Fuss, werden auch häufig dolomitisch, ohne aber je in typischen drusigen Dolomit überzugehen. Allein ich fand hier nirgends eine Spur von Versteinerungen darin. Die Lagerungsverhältnisse fordern die Parallelisirung derselben mit dem Kalkstein von Cipit. Es gehören hieher ferner mergelige Kalke, welche bei Corfara den untersten Tuffen eingelagert sind und allmälig die St. Cassianer Fauna der höher gelegenen Wiesen von Stuores vorbereiten. Auch die von **Fuchs** in seinem Werk über die Venetianer Alpen gegebenen Profile und Ansichten aus den Umgebungen von Cencenighe und dem Alleghe-See stellen viele Kalksteinbänke dar, welche sich nur in der angegebenen Weise deuten lassen.

Was nun die Fauna der in Rede stehenden Schichten betrifft, so sind die Klippenkalke, wie sie bei

Cipit und überhaupt auf der Seisser Alpe anstehen, durch grosse Stöcke ästiger *Korallen* charakterisirt, welche manche Blöcke von 10 bis 30 Cubikfuss ganz erfüllen; sie geben der Vermuthung Raum, dass sie das gesteinsbildende Element gewesen sind. Deutliche Structur der Zoophyten konnte ich in dem zähen Gesteine nicht beobachten. Ferner finden sich Crinoidenstiele, welche wahrscheinlich *Encrinus liliiformis* angehören und bisher bereits vielfach dafür gehalten worden sind. Man findet oft lange, zusammenhängende Stücke von Stielen; Kronen aber beobachtete ich nicht in dem Kalksteine, wogegen in den unmittelbar darüber folgenden Tuffen eine grosse Menge vereinzelter Kronenglieder zerstreut sind. Sehr häufig sind Cidariten-Stacheln, theils die keulenförmigen, theils die langästigen, bilateral ausgebildeten Formen von Sanct Cassian. Die zähesten Kalke sind ausserdem reich an Brachiopoden, und auch in diesen geben sich die Vorläufer der Formen von Sanct Cassian kund.

9. Schichten von S. Cassian.

Die Stellung der Schichten von S. Cassian ist am klarsten aus dem Profil XIV ersichtlich, welches von der Thalsohle zwischen Corfara und Stern über die Stuores-Wiesen (den eigentlichen Fundort der Petrefacten von S. Cassian) und dem Set Sass bis Andraz reicht. Die beiden Endpunkte (Andraz und Stern) liegen in Erosionsthälern, an deren Wänden die tiefsten Sedimentärschichten entblösst sind, während die zwischenliegende Gebirgsmasse aus der sehr regelmässig gelagerten Schichtenfolge der oberen Trias besteht, der endlich Lias aufgelagert ist. Das ganze Verhältniss ist überaus einfach und klar, und für die Deutung ist keinerlei Schwierigkeit vorhanden. Die *untere Trias, Mendola-Dolomit, Buchensteiner* und *Wenger Schichten* wurden im Vorigen besprochen und sind hier durchweg charakteristisch entwickelt. Ihnen lagern die Tuffe in einer Mächtigkeit von wol 2000′ sehr regelmässig und einfach auf. Für ihre obere Grenze ist ein Anhalt zur Altersbestimmung in den Gesteinen des Set Sass gegeben, welche *Schlern-Dolomit* ohne Versteinerungen, *Raibler* Schichten mit charakteristischen Zweischalern und *Dachsteinkalk* mit zahlreichen Steinkernen von *Megalodon triqueter Wulf. sp.* sind. Die Lagerung der Tuffe zwischen Wenger Schichten und Schlern-Dolomit, resp. Raibler Schichten, ist somit entschieden. Die mächtige Gesteinsreihe der Tuffe variirt ungemein; auf ihre Abänderungen gehen wir unten ausführlicher ein. Steigt man von Corfara nach Stuores hinauf, so begegnet man bald Kalkeinlagerungen mit sehr wenigen Versteinerungen; es sind die Aequivalente des Kalksteins von Cipit. Eine der Bänke, welche wenig entblösst ist, aber am linken Ufer des Thalbaches von Confara, ein wenig oberhalb dem Dorfe, ausgezeichnet ansteht, entspricht auch petrographisch dem gleichen Kalk von der Seisser Alp. Je weiter man steigt, desto mehr lösen sich die dicken Bänke in Complexe dünner, sehr mergeliger Kalke auf. Jenseits des in tiefem Tobl links herabkommenden Rumai-Baches gelangt man über die Wiesen aufwärts zu einer kleinen Wand des echten Gesteins der Cassianer Fauna; allein noch enthält dasselbe äusserst sparsame Versteinerungen. Höher hinan stellen sich dieselben mehr und mehr ein, bleiben aber wesentlich auf die Kalkschichten beschränkt, bis endlich auf dem Prelongei genannten Abhang an der dreifachen Wasserscheide von Livinallongo, Badia (S. Cassian) und Corfara der ganze Reichthum der Cassianer Fauna erscheint. Noch reicher sind die mehr gegen den Set Sass zu gelegenen Stuores-Wiesen. Ueberall, wo das Gestein vom Erdreich entblösst ist, wäscht das Wasser unaufhörlich aus dem mergeligen Gestein die zierlichen Versteinerungen heraus. Ehe man den Dolomit des Set Sass erreicht, gelangt man noch zu einer dritten reichen Stelle; allein hier ist schon wieder eine geringe Abnahme vieler typischer Arten zu bemerken, wogegen Korallen häufiger und massenhafter auftreten.

Alle diese Hauptfundorte sind dort, wo die mergeligen eingelagerten Kalke entblösst sind; das

Niveau aber der Einlagerungen ist stets der oberste Theil der Tuffe, wie auch das Profil zeigt. Steigt man von Stuores nach Cherz im Livinallongo oder nach S. Cassian hinab, so nimmt die Manchfaltigkeit allmälig wieder ab, je mehr man sich dem Liegenden der Tuffe nähert.

Das Verhältniss des Schlern-Dolomites vom Set Sass zu den Sanct Cassianer Schichten ist indessen keine gewöhnliche Auflagerung, sondern bietet eine Eigenthümlichkeit, deren Beachtung allein geeignet ist, ein richtiges Verständniss der St. Cassianer Fauna herbeizuführen. In dem Profil wurde dieselbe nicht angedeutet. Nähert man sich nämlich von Stuores oder Cherz dem Set Sass, so sieht man den Kalkfelsen tief in die Tuffe eingetaucht, als ob er in sie versenkt wäre oder eine Klippe in ihnen bildete. Geht man weiter am Abhang hin, so sieht man bald, besonders an Stellen, wo die oberen Theile des Tuffsystems durch Gewässer hinweggewaschen wurden, deutlich denselben Kalkfelsen **auf** den Tuffen liegen. Er ist also jünger als die Hauptmasse der Tuffe; aber der oberste Theil der letzteren mit den versteinerungsreichsten Einlagerungen von St. Cassian-Schichten lagert **neben** dem Dolomit, muss also entweder gleichzeitig oder jünger sein. Es wird sich im weiteren Verlauf ergeben, dass das Erstere der Fall ist.

An der Seisser Alp sind die Verhältnisse ein wenig von denen bei S. Cassian verschieden. **Emmrich** lehrte hier zuerst Versteinerungen der Fauna von St. Cassian in mergeligkalkigen Zwischenlagern der Tuffe kennen und erwähnt die Abhänge des Puflatsch als reich daran. Der Ort ist als die Pflegerleithe bekannt; die Versteinerungen kommen allenthalben unter dem Gras zum Vorschein. Ausserdem fand ich sie am Pizberg, in der Fortsetzung der Schicht des Puflatsch, bei der Alpe Cipit, auf der Schneid', an der Grenze mit dem Dolomit des Blattkogl's, in den Umgebungen des Molignon und an anderen Stellen. — Alle Fundorte mit Ausnahme der beiden letztgenannten gehören den Tuffen selbst an, und zwar liegen die Schichten so nahe über den Wenger Schichten, dass man geneigt ist, sie dem untersten Theil der Tuffreihe zuzurechnen. Allein die weitere Untersuchung wird ergeben, dass das Meer sich nach Ablagerung der Wenger Schichten von seinen Ufern mehr und mehr zurückzog, um später ebenso wieder vorzudringen, und dass dadurch in den Ufergegenden die spätesten Schichten des Tuffsystems unmittelbar auf die ältesten zu liegen kamen. Indess sind die genannten versteinerungsführenden Schichten der Seisser Alp immerhin noch älter als die von Sanct Cassian, was später bei der Darstellung der Hebungen und Senkungen ausführlicher entwickelt werden soll. In voller Uebereinstimmung mit diesem Umstand ist die Fauna selbst. Denn es tritt keineswegs der ganze Reichthum der St. Cassianer Fauna auf, sondern nur ihre niedersten Formen: *Crinoiden, Cidariten, Korallen* und *Schwämme;* dazu kommen drei oder vier der häufigsten *Gastropoden*-Arten, zuweilen ein *Ammonites Aon* und einige wenige andere Formen. Es fehlen ausser unzähligen seltenern Arten der Fauna die charakteristischen *Nucula*-Arten, *Cardita crenata, Productus Leonhardi* u. s. w. Die Tuff-Fauna der Seisser Alp ist nur eine frühere, unvollkommene Entwickelungsstufe der Fauna von St. Cassian. Als sie daselbst ihren Höhepunkt erreichte, waren auf der Seisser Alp die Tiefenverhältnisse des Wassers einer gleichen Entwickelung des thierischen Lebens nicht günstig. Gleichaltrig mit Sanct Cassian scheinen nur die beiden letzten der oben genannten Fundorte zu sein, und hier ist die Fauna auf zahlreiche Bruchstücke weniger Arten beschränkt.

Die weitere Verbreitung der Fauna von St. Cassian in Süd-Tyrol fällt mit der der Tuffe zusammen; nirgends, wo die Schichten der höheren Abtheilung derselben anstehen, fehlt es an einzelnen Formen. Allein zu der reichen Entfaltung des organischen Lebens, wie sie von den Stuores-Wiesen bekannt ist, bedurfte es des Zusammentreffens vieler günstiger Umstände; ich werde in der Geschichte der Hebungen und Senkungen zu zeigen suchen, dass sich dieselben nur an dem Einen Ort vereinigten. Minder voll-

kommene Entwickelungsstufen der Fauna finden sich allenthalben. So sind sämmtliche Abhänge im Livinallongo, ferner die Gegend zwischen Campil, S. Leonhard und Wengen so wie auch das Val Costeana im Gebiet von Ampezzo reich an Versteinerungen. Ein von allen anderen weit entlegener, isolirter Fundort ist Costumedil oberhalb Forno bei Predazzo. In einem schwarzen Kalkstein, der unter schwierigen Lagerungsverhältnissen auftritt, wittern auf den braunen, der Atmosphäre ausgesetzten Flächen die Cassianer Formen in Menge heraus, und zwar diejenigen des höchsten Niveau's. In einem vollkommen identischen Gestein findet sich die gleiche Fauna auch in anderen Theilen von Süd-Tyrol (Val Sugana und Umgebungen des Garda-See's), wo sie von den Herren **Foetterle** und **Wolf** beobachtet wurde. Ihre Verbreitung in den lombardischen Alpen ist durch **Escher**, **Merian**, **Renevier**, **Hauer**, **Curioni**, **Stoppani** und Andere, im Venetianischen durch **Fuchs**, **Stur**, **Foetterle** bekannt geworden. Wendet man sich am Südrand der Alpen weiter nach Osten, so ist zunächst Bleiberg ein wohlbekannter Fundort; bei den Aufnahmen der k. k. geologischen Reichsanstalt wurde sie von den Herren **Lipold**, **Peters**, **Stur** und **Stache** in bedeutender Verbreitung in Kärnthen und Krain, insbesondere in den Umgebungen von Idria, so wie durch Dr. **Rolle** in Steiermark nachgewiesen. Das petrographische Aequivalent sind fast allenthalben jene schwarzen, an der Oberfläche rostbraunen, sehr zähen, zuweilen ausgezeichnet oolithisch verwitternden mergligen Kalke wie bei Costumedil; denn da die Tuffe von Süd-Tyrol nur eine geringe Verbreitung haben, so sind anderswo nur die Zwischenschichten, insbesondere der obersten Abtheilung, entwickelt.

In den Süd-Alpen scheint also die St. Cassian-Formation östlich vom Comer See ein grosses Verbreitungsgebiet zu haben. In den nördlichen Kalk-Alpen ist die Anwesenheit einer durch vielfache Analogien verbundenen Fauna in den Hallstätter Kalken nachgewiesen worden, welche petrographisch so sehr weit von den südlichen Aequivalenten entfernt sind. Allein es scheint, dass sie nur dem höchsten Niveau parallel stehen und als die Cephalopodenfacies der typischen St. Cassianer Schichten zu betrachten sind, ohne den tieferen Complex der Halobia-Schichten, vielleicht nicht einmal den unseres Kalkes von Cipit in sich zu begreifen. Die Gründe, welche diese Ansicht rechtfertigen, sind zweierlei und stützen sich auf die Lagerungsverhältnisse des Hallstätter Kalks in Nord-Tyrol. Dort liegt nämlich, wie ich an einem andern Ort ausführlicher zeigen werde [1]), unter den Hallstätter Kalken, welche die unmittelbare Fortsetzung der Salzburgischen bilden, ein System von schwarzen Mergelschiefern (Partnachschichten), welche *Halobia Lommeli* führen, mithin einen Theil der oberen Trias bilden, und zwar in ziemlich tiefem Niveau, weil sie von den Hallstätter Kalken überlagert werden. Diese aber sind, zumal in ihren oberen Schichten, ausgezeichnet durch *Chemnitzia Rosthorni Hörn.*, welche auch am Schlern in den Raibler Schichten noch vorkommt. Man muss demnach annehmen, dass die untere Grenze der Hallstätter Kalke der Nord-Alpen mitten in die Tuffschichten hineinfällt, und zwar noch unter das Niveau der typischen Cassianer Fauna; sie bildeten sich aber noch weiter, als in Süd-Tyrol der Schlern-Dolomit sich ablagerte, und ihre obere Grenze dürfte wiederum in dessen Bildungsperiode hineinfallen, da die Raibler Schichten der Nord-Alpen, welche den Hallstätter Kalk überlagern, etwas tiefer hinabreichen, als diejenigen der Süd-Alpen. Es findet sich in ihnen neben typischen Arten der Raibler Schichten *Cardita crenata* und andere Formen der St. Cassianer Fauna, welche demselben Formationsglied der Süd-Alpen fehlen.

Das Vorhandensein von Ablagerungen, welche mit den Schichten von Sanct Cassian gleichzeitig sind, ist in den nördlichen Kalk-Alpen vom Rheinthal bis zur ungarischen Ebene mit Sicherheit erwiesen.

---

[1]) Die Kalk-Alpen von Vorarlberg und Nord-Tyrol. — Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, 1859, Heft 1.

Abweichende Ansichten über Alter und Lagerung der St. Cassian-Schichten in Süd-Tyrol.

Nach der hier gegebenen Darstellung sind die Lagerungsverhältnisse der Schichten von St. Cassian in dem ganzen Gebiet unserer Karte überaus einfach und weisen denselben ihre Stellung mitten in der oberen Trias, aber nicht an deren oberster Grenze, an. Die grosse Wichtigkeit, welche die Formation durch ihr paläontologisches Interesse und durch ihre vielfache Behandlung erlangt hat, macht es nothwendig, hier auf einige der vielen abweichenden Ansichten einzugehen, die von Allen, welche S. Cassian besuchten oder aus Beschreibungen und Versteinerungen kennen lernten, über Alter, Lagerung, geologische Verhältnisse und Verbreitung aufgestellt worden sind.

L. v. Buch bedient sich in seinen Briefen über das südliche Tyrol (1824) für unsere Tuffschichten stets der Ausdrücke *„Grauwacke"* und *„Thonschiefer"*; diejenigen auf der Seisser Alpe bezeichnet er als *„Rapilli und vulkanische Asche"*. Auf der geognostischen Karte wurde auch die Benennung *„Grauwacke"* beibehalten. Doch soll damit wahrscheinlich mehr die petrographische Aehnlichkeit mit gewissen Gesteinen dieser Formation als das Alter bezeichnet werden. Die Versteinerungen von S. Cassian kannte er noch nicht. Auch den wenigen Geognosten, welche in den nächsten Jahren die Süd-Alpen bereisten, blieb die reiche Fauna dieses Ortes wie des Schichtensystems überhaupt verborgen. Erst Herr **von Pfaundler**, ein um die Kenntniss seines Vaterlandes sehr verdienter Geognost und die Gründer der Sammlungen des Ferdinandeums in Innsbruck wurden auf Sanct Cassian aufmerksam, als aus dem kleinen Gebirgsort reiches Material in das Museum gelangte. Graf **Münster** erkannte bei einer Besichtigung des letzteren zuerst die Wichtigkeit der Petrefacten und suchte sich deren zu verschaffen. Allein noch reiste weder er noch ein anderer Geolog nach Sanct Cassian selbst und die Art des Vorkommens blieb unbekannt. Graf **Münster** fand in dem Material, welches er sich verschaffte, 43 Gattungen mit 128 Arten [1]. Fünfzehn von ihnen identificirte **Münster** mit schon früher bekannten Arten, darunter 7 aus Muschelkalk und Keuper, 2 aus Lias, 6 aus der Juraformation. Das Resultat war, dass man am naturgemässesten die St. Cassian-Gebilde dem deutschen Muschelkalk zurechnen müsse. **A. Boué** war schon früher durch Schlüsse aus einigen Hauptformen der Cassianer Fauna zu demselben Resultat gekommen [2]. Man musste vor einer gründlichern geognostischen Erforschung des Vorkommens und genaueren Studien über die Fauna bei diesen allgemeinen Schlüssen stehen bleiben, die schon in der nächsten Zeit viele Angriffe erfuhren. Doch konnte man weder die Angriffe noch die Widerlegungen derselben gehörig stützen.

Graf **Münster** reiste daher in Begleitung von Herrn **Wissmann** nach Sanct Cassian, und dem Letzteren verdanken wir die ersten genauern Nachrichten über das Vorkommen.

Wissmann (Gf. **Münster's** Beiträge, IV, 1840, S. 15—19) kannte nur das von ihm besuchte Vorkommen der St. Cassian-Schichten bei Sanct Cassian und hielt sie auf Grund dessen für eine ganz locale Bildung an der Grenze zwischen *„Seisser Schichten"* und *„Fassa-Dolomit"*. Da er unter jenen die untere Trias mit Einschluss der oberen bis hinauf zu den hornsteinführenden Kalken, also unsere gesammte ältere und das erste Glied der jüngeren Trias, unter dem Fassa-Dolomit aber unsern Schlern-Dolomit versteht,

---

[1] **Leonh.** und **Bronn**, Jahrb. 1834, S. 1 ff.

[2] **Boué** sprach diese Ansicht zuerst aus in:
Geognost. Gemälde v. Deutschland, S. 230 (1829) und
Mémoires géologiques et paléontologiques, p. 186,
und wiederholte sie später in:
Résumé des progrès des sciences géologiques pendant l'année 1833, p. 463. — *Bull. de la Soc. géol.* Ser. I, Bd. V, S. 1—506. 1834.
Später (**Leonh.** u. **Bronn**, Jahrb. 1844, S. 828) suchte Herr **Boué** den jurassischen Charakter der Schichten von Sanct Cassian hervorzuheben und sie dieser Formation zuzuweisen.

so ist in der That diese Ansicht in gewisser Weise begründet, wenn man sie für den Gesteinscomplex der Tuffe von S. Cassian anwendet. Eine paläontologische Parallele hat **Wissmann** nicht versucht. Auch **Münster** spricht sich in diesem Werk nicht mit der Entschiedenheit wie früher über das Alter der Fauna aus und erwähnt nur, dass die St. Cassianer Schichten „mehr Aehnlichkeit mit den älteren und mittleren als mit den jüngeren Formationen haben" (S. 146).

Klipstein's Ansichten (Oestl. Alpen, 1843, S. 52 ff.) weichen wol am weitesten von den hier festgehaltenen ab. Bei den mangelhaften Kenntnissen, welche man damals über die Geologie der Alpen besass, war es leicht erklärlich, dass derselbe auf Grund genauer Untersuchungen vier bis fünf Formationen in derselben Reihe der Tuffschichten zu unterscheiden suchte, welche wir jetzt als einen kleinen Theil einer einzigen Formation darstellen müssen. Die Reihe dieser Formationen beginnt über den Buchensteiner Kalken. Die tiefste von ihnen ist:

1. *Grauwacke.* Hieher gehören sehr versteckte schwarze Sandsteine südlich von Corfara und bei Araba, ferner schwarze ungeschichtete Felsen SW. von S. Cassian. — (Letztere sind ein locales Vorkommen von Eruptivtuffen, wogegen die ersteren zu den Sedimentärtuffen gehören.) — An einer andern Stelle (S. 89) werden zur Grauwacke auch alle schwarzen sandigen Gesteine von Sorai bis Cencenighe gerechnet, die gleichfalls als Sedimentärtuffe der oberen Trias anzusehen sein dürften.

2. *Muschelkalk.* **Klipstein** erwähnt an einer späteren Stelle, bei der Beschreibung des Thales Livinallongo, der unterhalb Araba auftretenden Kalke, in denen er einen *„Ceratites nodosus"* fand. Die sehr deutliche Ueberlagerung derselben durch die *„Grauwacke"* von Araba ist nicht beschrieben. Indessen war diese Stelle von Wichtigkeit für **Klipstein's** Ansichten, da sie ihm ein Hauptbeweis zu sein schien, dass die hoch darüber lagernden Schichten von S. Cassian unmöglich Muschelkalk sein können. Diese Mächtigkeit ist in der That so auffallend und vereinigt sich mit so vielen paläontologischen Gründen, dass jene Deutung, welche aufgestellt wurde, als die Alpengeologie noch in der ersten Entwickelung begriffen war, leicht ihre Erklärung findet. — Einen weiteren Complex von Tuffschichten rechnet **Klipstein** zum

3. *Lias.* Der untere Theil derselben sind dunkelgraue und schwärzliche Kalksteine in Begleitung dunkelgrauer erdiger Mergel; sie nehmen zwei Drittheile des Monte Caprile ein. Der obere Theil sind die *Wenger Schichten.* Der vermeintliche *Ammonites cordatus* aus den letzteren trug besonders zu der Altersbestimmung als Lias bei. Die Frage wegen desselben dürfte wol als erledigt zu betrachten sein. Eine dem Lias besonders ähnliche Gesteinsfolge soll sich von Colfosco über das Joch nach Gröden verfolgen lassen (S. 50). Auch die von **v. Buch** als Grauwacke und *Calcaire compacte coquillière* bezeichneten „niedrigen Partien des Colfuschkgebirges" sollen Lias sein. Jetzt sind dieselben richtiger als Kalke der unteren und Conglomerate der oberen Trias zu bezeichnen, da Versteinerungen und Lagerung dies beweisen (s. Prof. XIV).

4. Thonmergel mit St. Cassian-Versteinerungen *(Jura).*

(5. Dolomite des Set Sass.)

Die genannte Deutung der Schichten von Hrn. **v. Klipstein** hat natürlich zur Folge, dass auch die Lagerungsverhältnisse nicht eine so einfache Erledigung finden wie in unseren Profilen von der Seisser Alp und von S. Cassian. Da aber dieselben in dem gesammten Tuffgebiet mit grosser Vollständigkeit in dem genannten Werk besprochen worden sind, so scheint es nothwendig, noch kurz auf dieselben einzugehen.

Den Monte Caprile[1]) bei Sanct Cassian vergleicht **Klipstein** einem Erhebungskrater, ebenso wie

[1]) Eine häufig in Schriften gebrauchte Benennung für das ganze Gebirge um den Prelongei. Das Volk kennt den Namen nicht.

die Seisser Alp. Die Dolomite, welche Anfangs beide bedeckten, sollen zur Seite geschoben worden sein. Besonders am Monte Caprile fand der Augitporphyr heftigen Widerstand an den Dolomiten; sie wurden hier weiter auseinandergeschoben und die Grundfläche der grossen Aufspaltung erreichte einen ungleich grösseren Umfang. Ohne hier noch näher auf die Lagerungsverhältnisse einzugehen, glaube ich, dass ein Blick auf die angeführten Profile, in deren Schichtenbau kaum eine Störung wahrzunehmen ist, genügt, um die Annahme eines so gewaltsamen Ereignisses als unnöthig für die Erklärung zu erweisen. Ebenso verhält es sich mit der Darstellung des Schichtenbaues vom Grödner Joch hinab gegen Plunn und gegen Campidello und den Langkofl, ganz besonders aber mit dem Profil von Sanct Vigil nach der Costa-Mühle. Die Reihenfolge der Formationsglieder ist dort ungemein einfach und klar, überall sind die St. Cassian-Gebilde das höchste Niveau; nur einige Verwerfungen und wellige Biegungen lassen zuweilen den Bau ein wenig complicirter erscheinen, als er in Wahrheit ist. Allein indem die schwarzen Kalke der Schichten von Seiss für Lias, die rothen mergeligen Sandsteine der Campiler Schichten für **Buch's** Rothen Sandstein, die Wenger Schiefer abermals für Lias u. s. w. gehalten werden, entsteht jenes wunderbar verworrene, von **Klipstein** abgebildete Profil, bei welchem die Verwerfungen durch Augitporphyr eine wesentliche Rolle spielen sollen.

So wenig nach alledem Herrn **v. Klipstein's** Deutung der Schichten von Sanct Cassian und ihrer Lagerungsverhältnisse fernerhin beibehalten werden kann, von so hohem Werthe sind andererseits die Beiträge, welche derselbe durch die Beschreibung der Versteinerungen für eine genauere Kenntniss der Schichten von Sanct Cassian lieferte. Dadurch wurde erst ihr gründlicheres Studium angebahnt und schon in den nächsten Jahren konnte der Streit beinahe endgiltig entschieden werden.

Petzholdt (Beiträge 1843) berücksichtigt in seinem durch eine grosse Zahl von chemischen Analysen ausgezeichneten Werk nur die rein geologischen Verhältnisse, insbesondere die wechselseitigen Beziehungen zwischen Eruptiv- und Sediment-Gesteinen, und trägt daher den Altersverhältnissen wenig Rechnung. Nur einige Male erwähnt derselbe *„Grauwacke"*, wo Tuffgesteine anstehen; jedenfalls sollte damit nicht das Alter, sondern nur der petrographische Habitus bezeichnet sein. — **Quenstedt** (**Leonh.** u. **Bronn.** Jahrb. 1845, S. 680—684) bezweifelt das Vorkommen von Goniatiten in S. Cassian, die er für junge Ammoniten hält. Die Schichten von St. Cassian gehören nach ihm ebenso wie ihre Aequivalente von Hallstatt und wie die Diphya-Kalke von Roveredo und von Tatra zum *Neocomien*. Auch einige andere Geologen bezweifelten um diese Zeit die Zugehörigkeit der Schichten von St. Cassian zur Trias, und es boten sich in der That nach vollständiger Kenntniss der Versteinerungen einige gewichtige Gründe dagegen. **Collegno** (*Comptes rend.* Bd. 18. S. 1029) und **Boué** (**Leonh.** u. **Bronn**, Jahrb. 1844, S. 328) rechneten sie der *Juraformation* zu, **Morlot** (Erläuterungen zur geologischen Karte der nordöstl. Alpen, Wien 1847) zusammen mit den Hallstätter Kalken dem deutschen *Lias*, während **Fuchs** (Venetianer Alpen, Solothurn 1844) die Schichten zwar petrographisch als *„grauen doleritischen Sandstein"* ausschied, bezüglich des Alters aber der Ansicht war, dass die verschiedenen Gebilde der Venetianer Alpen gleichzeitige Producte verschiedener Bildungsverhältnisse seien.

Emmrich (**Leonh.** u. **Bronn**, Jahrb. 1844, S. 791 ff., und Uebersicht in **Schaubach** 1846) hat in seinen überaus klaren und lichtvollen Arbeiten den Gebirgsbau von Süd-Tyrol, insbesondere die Lagerungsverhältnisse der St. Cassian-Formation, zum ersten Mal in ihrer Einfachheit richtig erfasst. Auch sah derselbe bisher allein alle Gesteine bis hinauf zum Schlern-Dolomit als triassisch an, ohne den ausgezeichneten Anhalt in den Raibler Versteinerungen auf der Höhe des Schlern zu kennen. Eine genauere Parallelisirung der einzelnen Formationsglieder mit den bekannten Schichtgebilden anderer Länder scheint jedoch nicht versucht worden zu sein.

Herr Fr. Ritter **v. Hauer** besuchte zwar nicht Sanct Cassian selbst, trug aber durch die Nachweisung der Analogien der Fauna dieses Ortes mit denen der Hallstätter und Bleiberger Schichten um so mehr zu ihrer richtigen stratigraphischen Stellung bei, und es ist wesentlich diesen genauen Vergleichungen zu danken, dass jetzt kaum mehr ein Zweifel über dieselbe herrscht. In den frühern Arbeiten „über die Cephalopoden des Salzkammerguts" (Wien 1846) und noch im *Bull. de la Soc. géol.*, Sitzung vom 20. Decbr. 1847, liess sich erst mit Sicherheit im Allgemeinen die Einreihung in die Triasformation durchführen, während in den späteren Arbeiten mehr und mehr die Parallelisirung mit dem deutschen Keuper zur Gewissheit wurde.

Fournet *(Ann. de la Soc. d'agricult. etc. de Lyon* 1847*)* versuchte, die gesammten Sedimentärgebilde von Süd-Tyrol ihrem Alter nach zu ordnen. Die St. Cassian-Schichten erwähnt er nicht; dennoch muss er sie kennen, da seine Eintheilung z. Th. auch auf Profilen bei Campidello und Seiss beruht. Der geognostischen Beschaffenheit nach passen sie nur in seine zehnte Abtheilung: „Verwickelter Wechsel von Sandstein, Mergeln, dichtem Kalk und krystallinischem Dolomit", welcher die gesammte Trias zwischen Buntsandstein und Schlern-Dolomit eingereiht worden zu sein scheint. **Fournet** betrachtet sie als mittlere Etage der Trias.

In den Berichten des **geognostisch-montanistischen Vereins** für Tyrol und Vorarlberg ist nirgends die Einreihung der St. Cassian-Schichten in bekannte Formationen versucht worden. Im Bericht über die siebente Generalversammlung (1845, S. 66) trennt sie **Trinker** mit dem Augitporphyr als *„eigentlich vulcanische Bildungen"*, wendet also einen rein geologischen Gesichtspunkt an.

Koechlin-Schlumberger hat in neuester Zeit einen Ausspruch **E. de Beaumont's** wieder in Erinnerung gebracht, wonach derselbe *(Bull. de la Soc. géol.*, Sitzung vom 15. März 1847) die Vermuthung aussprach, dass die Schichten von Sanct Cassian ein Aequivalent des *Keupers* seien, bestimmt, die bisherige Lücke der Faunen auszufüllen.

Cornalia *(Notizie etc.* 1848*)* sucht die Altersverhältnisse der St. Cassianer Schichten durch ein Profil von Stuores („Sasso di Störes") zu erläutern, welches aber einiger Berichtigungen bedarf, indem einige Fallrichtungen fast genau senkrecht zu den wirklich vorhandenen gezeichnet sind. Dieser Irrthum veranlasste eigenthümliche Deutungen der einzelnen Schichten, auf die ich der erwähnten unrichtigen Grundlage wegen nicht näher eingehe.

Murchison *(Alps, App. and Carp.* 1848*)* erklärt zwar alle Schichten unter denen von Wengen für Aequivalente des Muschelkalks, hält aber einige Kalksteine und Dolomite im Gröden und Enneberg für Jura und kommt daher zu dem Schluss [1]): „Die seltsame Verwirrung der sogenannten Versteinerungen von St. Cassian wird durch den Umstand erklärt, dass solche in von Jura- und Triashöhen herabfliessenden Bächen gesammelt wurden." Diese Meinung ist auch weiterhin mehrfach ausgesprochen worden. Sie dürfte sich durch die regelmässige Einlagerung der versteinerungsführenden Schichten im Prof. XIV leicht erledigen.

Bayle *(Bull. de la Soc. géol.* 1849 (II) VI, p. 322*)* schloss sich derselben Ansicht an und erklärte die Lagerstätten für ein Gemisch der Versteinerungen aus sehr verschiedenen Schichten.

Michelin (ebendas. S. 323—326) tritt gegen **Bayle** auf und deutet die St. Cassian-Schichten als Jura.

Fournet (ebendas. S. 502—518) erwähnt des Ueberganges von *„Grauwacke"* durch Uebergangsschiefer in *„metamorphischen Melaphyr"* (Augitporphyr und Eruptivtuffe). Unter dem ersteren Ausdruck sind die Tuffe gemeint.

---

[1]) Uebersetzung von G. **Leonhard**. S 12.

Cotta (Briefe, S. 179, 1850) hält bereits die St. Cassian-Gebilde für ein marines Aequivalent des deutschen Keupers; derselbe weist auch darauf hin, dass die Hallstätter Cephalopodenkalke wahrscheinlich in ihrem Niveau über die St. Cassian-Schichten hinausreichen.

Hauer (Venetian. Fossil. 1850) zeigt, dass der *Crinoidenkalk* von **Fuchs** bereits Versteinerungen von S. Cassian enthält und daher auch mit Bleiberg und Hallstatt in Parallele zu setzen sein dürfte. Wenn man die Benennung „Schichten von St. Cassian" nicht in der damals gebräuchlichen Ausdehnung, sondern, wie ich es im Vorhergehenden gethan habe, nur für einen kleinen Theil des durch *Halobia Lommeli* charakterisirten Schichtencomplexes anwendet, so scheint der „Crinoidenkalk" ein Aequivalent der tieferen Glieder und zwar hauptsächlich des Mendola-Dolomits zu sein. Dagegen entspricht der „Doleritische Sandstein", wie **v. Hauer** gezeigt hat, vollkommen der eigentlichen St. Cassian-Formation.

Eichwald (Geognostischer Ausflug 1851) theilt mit ausserordentlicher Ausführlichkeit Beschreibungen der einzelnen für unsere Formation wichtigen Gegenden in Süd-Tyrol mit und fügt dazu nicht minder weitläufige Deutungen der Schichten und paläontologischen Verhältnisse. Da das Werk schwer zugänglich ist und die Ansichten des Herrn Verfassers über die Gliederung und das Alter der Schichtgebilde von Süd-Tyrol mit denen keines anderen Geologen übereinstimmen, so gehe ich etwas ausführlicher darauf ein. **Eichwald** vergleicht die Gesteine aller Schichten der Gegend mit denen der paläozoischen Formationen bei St. Petersburg, und da sich überall eine schwache Analogie herausfinden lässt, so werden hierauf die Schlüsse auf Identität gebaut.

Den Rothen Sandstein betrachtete **Eichwald**, wie alle Beobachter, als das älteste Glied und zwar als einen Grauwackensandstein (S. 111 Piccolein); die Schichten von Seiss beschreibt derselbe als „einen feinkörnigen grauwackenartigen Kalkstein" (S. 108 Nordfuss des Peutler Kofls, S. 111 S. Martin u. s. w.); die Versteinerungen werden als *Euomphalus pygmaeus* (S. 103, wahrscheinlich eine kleine *Naticella*), *Turbo intermedius Wissm.* (S. 112) u. s. w. angeführt. Die Wenger Schichten gehören ebenfalls zu den ältesten Formationen, da *Halobia Lommeli* in ihrer Gestalt an *Orthis* erinnert; auch das häufige, fast ausschliessliche Vorkommen dieser Art soll die Ansicht ebenso bestätigen wie die Gegenwart der Posidonien (S. 106, 114). Ferner kommt am Zwischenkofl mit Halobienschichten „ein grüner feinkörniger, fast grauwackenähnlicher, sandiger Kalkstein" vor, den **Eichwald** als wirkliche Grauwacke deutet (S. 106). Halobienschichten und Cassianer Schichten gehören wegen mehrfacher identischer Versteinerungen Einer Bildung an (S. 108), mithin müssen die Cassianer Schichten auch zu den ältesten Formationen gehören. Allein stets ist ihr Niveau über den eigentlichen Wenger Schichten, da sie am Zwischenkofl wirklich darüber vorkommen und da die mit St. Cassian identificirten Schichten vom Heiligen Kreuz in bedeutenderer Meereshöhe vorkommen, als die Schichten von Wengen (S. 119, 120). Letztere werden später (S. 177) als Bergkalk gedeutet. Das hohe Alter der St. Cassian-Schichten soll auch durch das Vorkommen von Eisenoxydhydrat und körnigem Kalk als Versteinerungsmittel bewiesen werden (S. 178). **Eichwald** kommt zu dem Schluss, dass die neptunischen Gebilde Süd-Tyrols aus mehreren Formationen der ältesten Erdperiode vereint bestehen und der Begriff von einer silurischen, devonischen, von der Bergkalk- und Kohlenformation und dem Permischen System in dem bisher gebräuchlichen Sinne aufzugeben sei (S. 179). Die Sätze, in welchen **Eichwald** seine Resultate für Süd-Tyrol zusammenfasst, sind folgende:

„Es liesse sich vielleicht, um diese Schichten (Schichten von Seiss im Pufler Bach) dem Alter des Bergkalks gleichzusetzen, annehmen, dass die ältern, durch locale Bildung sehr ausgezeichneten Formationen der ersten Erdperiode hier über die Dauer dieser Formationen in andern Gegenden Europa's bis zum Absatz des Zechsteins hinausreichten und so zu den älteren Gattungen und Arten von Thieren der

Grauwacke und des Bergkalks (viele dieser Arten starben auch im Lauf der Jahrhunderte wieder aus) neue Thierformen des Zechsteins und Muschelkalks hinzugeschaffen wurden" (S. 157). Ferner S. 172, 173: „Während die Erdkugel im Norden schon längst erkaltet war und sich da das Schiefergebirge und darüber die Grauwacke niedergeschlagen hatte, blieben nach den Tropen hin die kalkig-sandigen Gebilde in dem dort ohne Zweifel durch höhere Wärme und bedeutendere Tiefe ausgezeichneten Oceane noch lange aufgelöst, und die ersten Meeresthiere konnten sich dort erst dann entwickeln, als die Abkühlung der Erde viel weiter vorgeschritten war; dies war eine Periode, in der sich schon im Norden, nach dem Absatz des Grauwackengebirges, die Fauna des Bergkalks oder wol gar des Zechsteins entwickelt hatte, so dass beide Faunen hier aufgetreten waren, während im Süden von Europa immer noch die älteste Fauna der Grauwacke als Erzeugniss der damals noch allgemeinen hohen Temperatur der Erdkugel bestand und diese, ununterbrochen fortbestehend, in die neuere Bergkalk- und Zechsteinfauna überging, die sie sogar bis zur Entwickelung der Muschelkalkfauna des Südens fortsetzen konnte." S. 176 spricht **Eichwald** die Ueberzeugung aus, „dass einige Uebergangsarten in der folgenden Erdperiode in einzelnen Gegenden, wie im südöstlichen Tyrol, noch fortbestanden, und zu ihnen andere Arten durch neue *Generatio primigenia* hinzukommen, während zu derselben Zeit viele der früheren Arten der ältesten Erdperiode ausstarben."

Dies ist das Urtheil von **Eichwald** über die Fauna von Sanct Cassian und sämmtlicher von uns als Trias beanspruchter Schichten in Süd-Tyrol. Es steht uns nicht zu, über den allgemeineren Werth dieser Hypothese zu urtheilen, deren Richtigkeit oder Unrichtigkeit nur durch die genauesten und gründlichsten Untersuchungen entschieden werden kann. **Bronn** hat diesen Gegenstand mit grosser Ausführlichkeit in neuerer Zeit behandelt und er dürfte damit als erledigt anzusehen sein. Dass aber die von Herrn **Eichwald** aufgestellte Hypothese für Süd-Tyrol durchaus in keiner Weise Anwendung finden könne, dürfte wol hinreichend aus der hier gegebenen Reihenfolge der Schichten und der ihnen zugehörigen Faunen hervorgehen. Die Verhältnisse sind in der That so klar, die Vertheilung der Faunen so einfachen Gesetzen unterworfen und die Uebergänge finden nur unter den Abtheilungen so bestimmt zusammengehöriger Complexe statt, dass das Bedürfniss nach dieser Hypothese keineswegs vorhanden ist. Was aber die Einreihung unserer gesammten Trias in die paläozoischen Formationen betrifft, so genügt es wol, darauf hinzuweisen, dass nicht eine einzige Art weder aus den St. Cassian- noch aus den sonstigen sedimentären Schichten mit einer paläozoischen identisch ist, während sich entschiedene Triasversteinerungen mehrfach nachweisen liessen.

Wenn wir aus diesen Gründen der Ansicht von **Eichwald** über die stratigraphische Stellung der Fauna von S. Cassian nicht beipflichten können, so gilt dasselbe hinsichtlich der Auffassung der geognostischen Verhältnisse, unter denen die Schichten auftreten.

Den Reichthum der Versteinerungen auf den Stuores-Wiesen bei S. Cassian leitet **Eichwald** nicht aus dünnen Mergelkalkeinlagerungen der Tuffe ab, wie wir, sondern aus den über den Wiesen sich erhebenden Dolomiten (S. 140). Dies ist aber der Set Sass, und ein Blick auf das Prof. XIV zeigt, zu welchen abweichenden Resultaten ein solcher Sachverhalt führen würde. Nun kommt aber in den Dolomiten des Set Sass nicht eine einzige Versteinerung von S. Cassian vor, und die Veranlassung zu der irrthümlichen Auffassung dürfte aus folgendem Satz klar hervorgehen: „Als ich immer höher steigend die eigentlichen Stuores-Wiesen, die sich vorzüglich durch ihren Reichthum an Versteinerungen auszeichnen, erreicht hatte, befand ich mich in der Nähe der Dolomitfelsen selbst; daher nehmen hier die Bruchstücke des Kalksteins an Menge zu" (S. 140). Indessen ist eben dieser Kalkstein weit von dem Dolomit zu trennen. Melanien, *Ammonites Aon* u. s. w. findet man stets in Menge im Kalk, wie auch **Eichwald** bemerkt,

aber man findet sie niemals im Dolomit. Bezüglich des *Ceratites Cassianus* sagt **Eichwald** in seiner Controverse gegen **Quenstedt** (S. 175), dass derselbe keineswegs aus Kalken stamme, welche unterhalb Araba anstehen (s. oben „Fauna der Campiler Schichten"): „Ich kann versichern, dass diese thonigen Oolithe (das eigentliche S. Cassian) gerade der sogenannte Muschelkalk selbst sind, der aus einem thonigen, an der Luft leicht zerfallenden Kalke besteht und durch sein Zerfallen diese sogenannten thonigen Oolithe bildet. Beide Gesteine gehören zu derselben Bildung, ja sogar zu derselben Schicht." Es scheint, wie auch aus einer andern Stelle (S. 145) hervorgeht, dass **Eichwald** die Schichten von Seiss bei Araba und das Vorkommen des *Ceratites Cassianus* daselbst nicht kannte, da in der That die angeführte Behauptung als vollkommen unrichtig bezeichnet werden muss.

Mit Sanct Cassian parallelisirt **Eichwald** die Schichten vom Heiligen Kreuz, und in der That scheint das Verzeichniss der von letzterem Ort stammenden Versteinerungen (S. 119) diese Ansicht zu rechtfertigen. Wie leicht gerade hier eine derartige irrthümliche Auffassung möglich ist, wird sich aus der Beschreibung des Vorkommens der Schichten vom Heiligen Kreuz leicht ergeben. Nur darauf möchte ich hier hinweisen, dass dieser Fundort für **Eichwald** einen besonders schlagenden Beweis für die Abstammung der Cassianer Versteinerungen aus dem Dolomit ist. Es wird (S. 117, 118) angeführt, dass die mauer- und festungsartig anstehenden geschichteten Dolomite aus einem Wechsel dickerer und dünnerer Dolomit-Schichten bestehen, denen in regelmässiger Ordnung dünne Thonschichten eingelagert seien. Die Versteinerungen aller dieser Schichten wittern heraus und man findet sie im Lehmboden „gleichsam auf secundärer Lagerstätte". Ich konnte im Dolomit weder eingelagerte Thonschichten, noch Versteinerungen von S. Cassian, noch vom Heiligen Kreuz finden; er scheint überhaupt an diesem Ort ganz versteinerungsleer zu sein.

Die wenigen hier angeführten Stellen aus der umfassenden Abhandlung von **Eichwald** genügen, um zu zeigen, wie weit die dort ausgesprochenen von den hier durchgeführten Ansichten abweichen. Mit jeder weiteren Anführung des Werkes würde, so weit es nicht die Beschreibung von Versteinerungen betrifft, eine Widerlegung verbunden sein müssen, da die mitgetheilten Grundsätze den Faden des Ganzen bilden und die Entwickelung der weiteren Ansichten leiten. Dies möge es rechtfertigen, wenn ich es unterlasse, weiterhin auf das mit so universeller Kenntniss verschiedener Länder und mit so grossem Fleiss verfasste Werk eines um die Kunde seines Vaterlandes so hoch verdienten Mannes hinzuweisen.

Während so der Gesteinscharakter und generische Analogien einzelner Versteinerungen zur Annahme eines hohen Alters der Schichten von Sanct Cassian führten, hatten fast alle genauen paläontologischen Untersuchungen ihre Bestimmung als Trias und zwar meist als ein Glied des Keupers zur Folge. Bereits habe ich in dieser Hinsicht der wichtigen vergleichenden Arbeiten von **Hauer** erwähnt, welche mit stets wachsender Sicherheit die Bestimmung als Keuper herbeiführten und, wie in Betreff der alpinen Schichtgebilde im Allgemeinen, so auch hierin massgebend waren. **Bronn**, welcher noch in der ersten Auflage der *Lethaea* (1835—38) die Fauna von St. Cassian verschiedenen Formationen einreihte, führt sie bekanntlich seit langer Zeit (*Enumerator* und andere Werke) als eine selbstständige triassische Fauna neben den anderen Formationsgliedern auf und spricht sich in jüngster Zeit dahin aus [1]), dass die St. Cassianer Schichten als *eine geologische Facies des oberen Muschelkalkes und der Lettenkohlengruppe, nicht als eigentlicher Keuper* anzusehen seien, während **d'Orbigny** in seinem *Prodrome* (1849) die Schichten von Sanct Cassian und Hallstatt als *étage saliférien* zum Keuper rechnet. Die Benennung Saliférien mit der genannten Parallelisirung ist seitdem vielfach von französischen Geologen beibehalten worden.

---

[1]) *Lethaea geognostica*, 3. Aufl., Bd. II, S. 11. 1852.

Eine andere Bedeutung aber hat neuerdings **Pictet** [1]) jenem Ausdruck beigelegt, indem er das Saliférien als besondere Etage über den Keuper, zwischen Trias und Lias, stellt.

Theils durch vergleichende stratigraphische Forschungen in den Kalk-Alpen der Lombardei, Vorarlberg und Nord-Tyrol, theils auf Grund der paläontologischen Verhältnisse haben seit langer Zeit die hervorragendsten Geologen der Schweiz, insbesondere die Herren **Arnold Escher v. d. Linth, Peter Merian** und **Bernhard Studer**, die Schichten von Sanct Cassian zum Keuper gerechnet. Diese Ansichten, denen sich in neuester Zeit auch **Gümbel** angeschlossen hat, weichen von denen, welche die österreichischen Geologen auf Grund der Verhältnisse in den östlichen Alpen gewonnen haben, nur darin ab, dass Jene die Trias-Lias-Grenze etwas höher, Diese etwas tiefer setzen, Jene über den höchsten Dachsteinkalk, Diese unter den tiefsten. Daher gehört dort die ganze Reihe der ähnlichen Faunen von den St. Cassianer bis zu den Kössener Schichten dem Keuper, hier der obere Theil derselben bereits dem Lias an. Aus diesem Grunde sind auch die Benennungen verschieden gebildet. Denn während man in der Schweiz von drei Etagen der St. Cassian-Formation spricht, unterscheidet man in Oesterreich die St. Cassianer, Raibler und Kössener Schichten. Allerdings entsprechen diese Namen nicht genau jenen drei Etagen, aber sie bezeichnen doch eine analoge Reihenfolge, welche durch dieselbe Aehnlichkeit der Faunen verbunden ist. Durch diese geringe Meinungsverschiedenheit, auf welche ich später bei der Parallelisirung von Herrn **Escher's** Schichtenfolge mit der meinigen noch einmal zurückkomme, tritt das Aequivalent des wahren Sanct Cassian bei den Geologen der Schweiz ein wenig mehr gegen die untere, bei denen von Oesterreich mehr gegen die obere Grenze des Keupers. Da indess dieser kleine Unterschied für die Festsetzung der Schichtfolgen und Formationsreihen ganz unerheblich ist, so kann man die Endresultate, welche auf Grund der genauesten geognostischen Forschungen in den Alpen von Osten, Westen, Norden und Süden her über die bathrologische Stellung des wichtigen Horizontes der Schichten von St. Cassian gewonnen wurden, als vollkommen untereinander übereinstimmend ansehen, zugleich als übereinstimmend mit den Ergebnissen der rein paläontologischen Forschungen über die Fauna derselben.

Auch die Ansichten der italienischen Geologen über diesen Gegenstand, welche bis in die neueste Zeit sehr von den hier festgehaltenen abwichen, beginnen sich mehr und mehr mit Bestimmtheit dem gleichen Ziele zu nähern. Nur noch Ein Versuch wurde in neuester Zeit gemacht, die Schichten von St. Cassian einer jüngeren Formation als Trias einzureihen, in der Arbeit von Baron **Schauroth** über Recoaro (1855). Es scheint um so mehr gerechtfertigt, auf dieselbe etwas näher einzugehen, als sie von einem so gründlichen Kenner und gediegenen Erforscher der mitteldeutschen Triasformation stammt und die Resultate grösstentheils auf Analogien mit den Verhältnissen in diesem Land gegründet sind. Da die Schlussfolgerung ausschliesslich auf den Lagerungs- und petrographischen Verhältnissen beruht und nicht ein einziger paläontologischer Beleg angeführt wird [2]), so haben wir behufs einer genaueren Prüfung auch nur nach dieser Einen Richtung zu folgen und gehen zunächst auf die Prämissen ein, welche auf der Vergleichung des Schichtenbaues der Trias bei Recoaro und Sanct Cassian beruhen. **Schauroth** sucht bei Recoaro Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper, wesentlich nach petrographischen Merkmalen, nachzuweisen und findet bei Wengen dieselben Verhältnisse wieder (S. 524), aber ausser

[1]) *Traité de Paléontologie*, Bd. IV, S. 616. Paris 1857.

[2]) Es wird von paläontologischem Gesichtspunkt nur erwähnt, dass die Fauna von S. Cassian einen jurassischen Charakter habe (S. 525) und die Gegenwart von Triasformen nicht erwiesen sei, und dass fast aus allen Perioden der Entwickelungsgeschichte des Thierreichs irgend ein charakteristischer Typus vertreten sei (S. 726). Ein positiver Anhalt ist nur in der Angabe des Vorkommens zerdrückter Exemplare von *Ammonites costatus* in den Wenger Schichten gegeben. Herr v. **Hauer** erkannte in allen von mir mitgebrachten Exemplaren nur zerdrückte Schalen des so vielfach variirenden *Ammonites Aon*.

den Schichten des Vicentinischen noch höhere Formationsglieder entwickelt. Die Parallelisirung ergibt das Resultat, dass **Emmrich's** Schichten 1, 2, 3, d. i. Grödner, Seisser und Campiler Schichten, also genau unsere gesammte untere Trias, denjenigen Schichten entsprechen, „welche bei Recoaro zwischen Schiefer und Muschelkalk liegen, also dem Buntsandstein; der Muschelkalk selbst soll alsdann seinen Repräsentanten in **Emmrich's** Nr. 4 (Virgloria-, Mendola- und Buchensteiner Schichten) haben und der Keuper bei Wengen fehlen" [1]). Statt dessen folgen hier unmittelbar die Wenger Schichten. Da nun bei Recoaro über den rothen sandigen Gesteinen, welche von **Schauroth** als Keuper in Anspruch genommen werden, gewisse thonige Schichten vorkommen, welche man vielleicht denen von Wengen parallel stellen könnte, so soll sich aus beiden Schichtenfolgen der Schluss ergeben, dass die nachweisbaren Wenger Schichten über dem Aequivalent des Keupers liegen, „und aus der Vergleichung der Trias im Vicentinischen mit der in Tyrol geht also hervor, dass die St. Cassian-Schichten durchaus nicht zum Muschelkalk oder zur Trias überhaupt gehören können, sondern sich dem jurassischen System anschliessen müssen" (S. 525). Aus gewissen Analogien in den Gesteinen wird dann weiter gefolgert (S. 529), dass die Halobienschiefer von Wengen den Monotiskalken Frankens und Schwabens, die oolithischen Thonkalke von St. Cassian aber dem Niveau des Marlysandsteins und Eisenoolithes angehören.

Angenommen, die Prämissen wären richtig, das Keuper-Aequivalent in den rothen Sandsteinen von Recoaro wäre erwiesen und jene höher oben anstehenden Gesteine wären in der That ein Aequivalent der Wenger Schichten, so würde mit der ersten auch noch die zweite Schlussfolgerung gleichberechtigt sein, dass die Wenger und die St. Cassianer Schichten nur ein höheres Glied des Keupers seien, und es bliebe dann nur auf paläontologischem Wege zu entscheiden, welcher Schluss in dem Dilemma der richtige ist. Die Paläontologen haben längst diese Frage gelöst. Allein auch die Prämissen dürften kaum als erwiesen anzusehen sein. Zunächst sind die obersten rothen thonigen Sandsteine, **Schauroth's** Keuper-Aequivalent von Recoaro, versteinerungsleer; dieser Umstand und die unmittelbare Auflagerung auf den Schichten mit *Ceratites Cassianus, Gervillia* u. s. w. scheinen die einzigen Belege für die Bestimmung als Keuper gewesen zu sein. Wenn wir aber die übereinstimmenden Darstellungen aller Berichterstatter von **Maraschini** bis in die neueste Zeit vergleichen, so sind diese Sandsteine der Schluss der Campiler Schichten, der untern Trias überhaupt. Schon bei Predazzo treten sie über den versteinerungsführenden Gliedern derselben auf und Recoaro ist nur als die Fortsetzung zu betrachten. Ebenso fehlen die Beweise für die zweite Prämisse, für den Parallelismus der Wenger Schichten mit denen von Recoaro; die obige Schlussfolgerung scheint somit in keiner Weise berechtigt.

Wir stellen alledem die einfache Thatsache gegenüber, dass die Schichten von St. Cassian, noch durch einen mächtigen Dolomit getrennt, von den Raibler Schichten überlagert werden, dass aber über den Raibler Schichten am Set Sass Dachsteinkalke und in allen übrigen Theilen der nördlichen und südlichen Kalk-Alpen dieselben Dachsteinkalke und darüber Kössener und Adnether Schichten lagern. Die stratigraphische Stellung der Kössener Schichten unterliegt wol aber nach den Forschungen von **Oppel**, **Suess** und **Rolle** kaum mehr einem Zweifel.

So sehen wir im Lauf der Zeit die verschiedensten Ansichten über das Alter der Schichten von St. Cassian ausgesprochen. Es dürfte kaum ein schlagenderes Beispiel geben, welchen geringen Werth die ausschliessliche Anwendung des bei kleinen Gebieten oft so fruchtbaren petrographischen Gesichts-

[1]) Diese Parallelisirung zwischen Wengen und Recoaro scheint wesentlich auf der Aehnlichkeit der Gesteine zu beruhen, da in ihren Versteinerungen die parallelisirten Schichten ganz verschieden sind. Die Campiler Schichten (**Emmrich's** Nr. 3) mit den Muschelkalkversteinerungen wären alsdann Buntsandstein; sollte man ihnen nicht vielmehr den „Muschelkalk" von Recoaro parallel stellen, der dieselben Versteinerungen führt wie die Campiler Schichten?

punktes für die Vergleichung der Schichten in weit entlegenen Gegenden hat, als die Wenger und Tuffschichten mit St. Cassian-Einlagerungen in Süd-Tyrol, wo vulcanische Thätigkeit auf kleinem Raum eine petrographische Ausbildung veranlasst, wie sie anderwärts im Keuper nicht bekannt ist. Vier Beobachter: **Buch**, **Klipstein**, **Eichwald** und **Schauroth**, versuchten eine Parallele mit den Formationen anderer Länder auf rein petrographische Merkmale zu gründen. Wie weit weichen die Resultate unter einander und wie weit auch von allen Ergebnissen ab, welche durch paläontologische und vergleichend stratigraphische Betrachtungsweise gewonnen wurden! Die letzteren aber stimmen fast sämmtlich genau mit einander überein.

Fauna der St. Cassian-Schichten.

Der Erste, welcher die Aufmerksamkeit auf die reiche Fauna von St. Cassian richtete, war, wie erwähnt, Graf **Münster**. Bereits im Jahr 1834 kannte er 43 Gattungen mit 128 Arten, welche grossentheils in der Petrefactenkunde von **Goldfuss** beschrieben und abgebildet wurden. Sechs Jahre später bearbeitete er bereits ein Material von mehr als 400 Arten, von denen nur wenige aus anderen Schichten der Umgegend stammen. Allein noch war die Fauna nicht erschöpft, und schon 1843 vermehrte Herr **v. Klipstein** die Zahl der Arten um mehr als 300. Eine genaue Zahl der bis hieher bekannten Arten der Fauna von St. Cassian lässt sich nicht angeben, da einerseits fast sämmtliche Triasschichten von St. Cassian und Buchenstein so wie auch die wahrscheinlich dem Lias zugehörigen Schichten vom Heiligen Kreuz einen geringen Antheil an dem beschriebenen Material haben, andererseits vielen als Arten aufgestellten Formen mit der Zeit nur das Recht als Varietäten zuerkannt wurde und wahrscheinlich einer noch grösseren Zahl dies Schicksal bevorsteht; **Hauer**, **Quenstedt**, **Giebel**, **Koechlin-Schlumberger** und Andere machten bereits den Versuch, einzelne Arten kritisch zu sichten; insbesondere hat dies der Letztgenannte auf Grund eigener Beobachtungen und Sammlungen für die Cephalopoden und Cidariten durchgeführt [1]. Nach dem Erscheinen des Werkes von **Klipstein** ist nur wenig Neues über die Fauna von St. Cassian bekannt geworden. **Cornalia** beschrieb (1848) einige Formen, welche wol nur als Varietäten anzuerkennen sein dürften, unter neuen Artnamen. Auch **H. v. Meyer**, **Schauroth**, **Catullo** und **Eichwald** lehrten einiges Neue kennen.

Trotz der ausserordentlichen Artenzahl, welche selbst nach der möglichsten Reduction noch bleibt, ist die Cassianer Fauna noch lange nicht erschöpft; die Sammlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien und des königl. Mineraliencabinets in Berlin [2]) enthalten eine grosse Anzahl unbeschriebener Formen, und es wäre ein dankenswerthes Unternehmen, mit der kritischen Sichtung des beschriebenen Materials eine Bearbeitung alles noch Unbekannten zu verbinden. Es liegt nicht im Plan dieser Arbeit, auch nur annähernd eine so grosse Aufgabe durchzuführen; ich beschränke mich auf einige kurze Bemerkungen über den allgemeinen Charakter der Fauna, um später in dem historisch-geologischen Theil die weiteren Schlussfolgerungen darauf gründen zu können.

1. Cephalopoden.

Münster beschrieb im Jahr 1834 in einer besonderen Abhandlung die ersten Cephalopoden von St. Cassian. Später wuchs ihre Zahl auf 7 *Ammoniten*, 13 *Ceratiten*, 8 *Goniatiten*, 3 *Orthoceratiten*, zu denen **Klipstein** noch 32 *Ammoniten*, 7 *Ceratiten*, 14 *Goniatiten*, 3 *Orthoceratiten* und 1 *Conchorhynchus*

[1]) *Bull. de la Soc. géol.*, S. II, Bd. XII, S. 1055—1065.

[2]) An diesen beiden Orten (in Berlin seit 1854, in Wien seit 1856) dürften sich gegenwärtig die bedeutendsten Sammlungen von St. Cassian befinden. Von besonderer Wichtigkeit für die Vergleichung ist die ehemalige Sammlung des Grafen **Münster** in den königlichen Museen zu München.

hinzufügte, so dass, mit Ausnahme des *Conchorhynchus* und der zahlreichen unbeschriebenen Formen, die Cephalopoden durch 87 Arten vertreten sein würden. Alle mit Ausnahme des den Wenger Schichten eigenthümlichen *Ammonites Wengensis Klipst.* (T. 6, Fig. 11) und des *Ammonites Johannis Austriae Klipst.* scheinen aus den wirklichen St. Cassian-Schichten zu stammen. Der letztere jedoch dürfte wol den Raibler Schichten angehören; Herr **Feuerstein** in Wien fand ein Exemplar desselben in den rothen Raibler Schichten vom Piz-Berg bei Corfara, welcher den Prelongei-Wiesen so nahe ist, dass er leicht in eine Sammlung von St. Cassian-Versteinerungen kommen konnte. **Klipstein** kannte ein einziges Exemplar desselben in der Sammlung des Erzherzogs **Johann**.

Ammonites Aon Münst. ist die wichtigste Art und durch seine leicht erkennbare Form wie durch die bedeutende verticale Verbreitung ein Leitpetrefact fast für die gesammte obere Trias. Wie häufig in den Wenger Schichten seine grossen flachgedrückten Schalen vorkommen, habe ich oben erwähnt. Von dort an ist er charakteristisch für die Reihe der Tuffe und findet sich, allerdings nur sporadisch, in allen Schichten. In der Fauna der St. Cassian-Schichten zeichnet er sich vor den anderen Versteinerungen durch seine bedeutende Grösse aus; dennoch bleibt er weit unter den Dimensionen zurück, mit denen man ihn anderwärts kennt. Dagegen erreicht er hier den höchsten Grad in den Schwankungen der äusseren Ausbildung. Nicht allein sind die Jugendzustände durch ihre grossen, schwieligen, weit auseinanderstehenden Falten und ihre erhabenen Knoten weit verschieden von den späteren Entwickelungsstufen, sondern auch in den gleichaltrigen Zuständen finden Abweichungen in der Entwickelung, der Zahl der Knotenreihen und dergleichen äusseren Eigenschaften statt [1]. Mag man die mit mehr als 20 verschiedenen Namen bezeichneten Formen, was wol nach dem gegenwärtigen Begriff der Species vorzuziehen sein dürfte, als Varietäten Einer Species oder mit **Klipstein** (Oestliche Alpen, S. 128) als Arten Einer Gruppe auffassen, so schaaren sie sich immer am geeignetsten um den Typus des *Ammonites Aon Münst.* als der anderweitig am häufigsten vorkommenden Form.

---

[1]) Durch die langen Reihen wohlerhaltener Exemplare, welche ich in den Sammlungen zu Berlin und Wien zu sehen Gelegenheit hatte, zeigt es sich, dass, wie schon zum Theil **Koechlin-Schlumberger** nachgewiesen hat, alle Formen, welche mit den Speciesnamen:

Ammonites Aon Münst., Jahrb. 1834, Tab. 1, F. 4, 5. Beitr. T. 15, F. 27.
Amm. Brotheus Münst., Jahrb. 1834, T. 2, F. 6. Beitr. T. 15, F. 28.
Amm. furcatus Münst., Beitr. T. 15, F. 29.
Amm. Humboldti Klipst., Östl. Alpen, T. 5, F. 5.
Amm. spinulo-costatus Klipst., T. 5, F. 6.
Amm. Credneri Klipst., T. 6, F. 10.
Amm. aequinodosus Klipst., T. 7, F. 1.
Amm. noduloso-costatus Klipst., T. 7, F. 5, und T. 9, F. 2.
Amm. Rüppellii Klipst., T. 9, F. 3.
Amm. Velthemii Klipst., T. 7, F. 3.
Amm. nodo-costatus Klipst., T. 6, F. 12.
Amm. Mandelslohi Klipst., T. 6, F. 2.
Amm. Decheni Klipst., T. 6, F. 6.
Amm. subdenticulatus Klipst., T. 7, F. 7.
Amm. Larva Klipst., T. 7, F. 9.
Amm. armato-cingulatus Klipst., T. 7, F. 10.
Amm. mirabilis Klipst., T. 5, F. 2.
Ceratites bipunctatus Münst., T. 14, F. 17.
Cer. dichotomus Münst., T. 14, F. 18.
Cer. Zeuschneri Klipst., T. 8, F. 2.
Cer. Jaegeri Klipst., T. 8, F. 4

bezeichnet worden sind, in einander übergehen.

Alle Ammoniten von St. Cassian zeichnen sich, wenn wir *Ammonites Johannis Austriae* den Raibler Schichten zurechnen, durch ihre geringe Grösse aus; denn selbst *Ammonites Aon,* der grösste von allen, ist, wie erwähnt, im Verhältniss zu seinen sonstigen Dimensionen in den Hallstätter Kalken und Wenger Schichten klein, und was **Klipstein's** *Ammonites Gaytani* (T. V, F. 4) betrifft, so dürfte für ihn, da das abgebildete Exemplar aus einer fremden Sammlung stammt, der Fundort kaum als festgestellt gelten können. Ich selbst fand *Globose Ammoniten* von der Gestalt und Grösse des *Ammonites Gaytani* nur in den Buchensteiner Schichten und im Schlern-Dolomit, niemals in den eigentlichen Tuffen und ihren Zwischenschichten. Noch geringer ist im Allgemeinen die Grösse der Gehäuse mit Ceratiten- und Goniatiten-Loben. Dasselbe gilt für die Orthoceratiten, welche weit hinter demjenigen zurückbleiben, den ich in den Wenger Schichten bei Corfara fand.

2. Gastropoden.

Münster und **Klipstein** beschreiben 346 Arten von Gastropoden [1]), darunter 314 Asiphonobranchiaten. Wenn auch dieser Abtheilung, wie es scheint, die bedeutendsten Reductionen bevorstehen, so kann man doch das Verhältniss als annähernd richtig annehmen. Es ergibt sich daraus ein so bedeutendes Vorwalten dieser gern an felsigen Klippen und Korallenriffen herumkriechenden Schnecken, dass sie ein Hauptanhaltspunkt zur Beurtheilung der damals herrschenden Lebensbedingungen sind. Ein zweiter sehr zu berücksichtigender Umstand ist die ausserordentliche Kleinheit und Zierlichkeit der Schalen als allgemeine Regel. Wol kommen einzelne grössere Arten vor, insbesondere *Chemnitzia-* [2]) und *Natica*-Arten, welche an die des Esino-Dolomits erinnern, allein sie sind höchst sporadisch, während die in ausserordentlicher Zahl auftretende *Pleurotomaria radians,* die zierlich gezeichneten *Naticellen,* die langen und dünnen, als *Melania* und *Turritella* beschriebenen Formen und viele andere stets sehr klein bleiben.

Die verticale Verbreitung der Gastropoden-Fauna von St. Cassian scheint, wenn man bei dem Speciescharakter stehen bleibt, sehr gering zu sein. Keine Art aus den Campiler Schichten kehrt hier wieder; denn die drei von **Münster** und **Klipstein** beschriebenen Arten, welche ich als *Naticella costata Münst.* bei der Fauna jener Schichten anführte, treten, wie schon **Klipstein** bemerkt, in dieser Höhe nicht mehr auf. Ausserdem führt von dem liegenden Schichtensystem nur der Mendola-Dolomit noch einzelne Gastropoden. Die Natica-Arten erinnern in ihrer Form an die von St. Cassian, aber ebenso an die im Esino-Dolomit und in den Raibler Schichten des Schlern. Es scheint, dass sich nur durch genaue Vergleichung eines reichen Materials specifische Unterschiede herausstellen werden. Man kann daher bei dieser Gattung mehr von der verticalen Verbreitung eines bestimmten Typus, als Einer oder mehrerer Arten sprechen. Die Turbo-Arten aber des Mendola-Dolomites haben in den St. Cassian-Schichten gar keinen Vertreter. Diejenigen Formen, welche am meisten Analogie mit ihnen haben, unterscheiden sich durch weit geringere Grösse und eine viel bedeutendere Zahl von Knotenreihen. In den Buchensteiner und Wenger Schichten wurden mir keine Gastropoden bekannt; erst in den weiteren Gliedern der Tuffreihe beginnen sie, sich allmälig zu zeigen. Aber erst in den obersten Schichten gewinnen sie die hohe Entwickelung.

---

[1]) Rechnet man *Dentalium* (4 Arten) als zu den Protopoden und *Porcellia* (1 Art) als zu den Heteropoden gehörig ab, so bleiben 341 Gastropoden, welche sich in folgender Weise vertheilen: Ctenobranchia Asiphonobranchia: *Pleurotomaria* (46 Arten), *Schizostoma* (5), *Trochus* (28), *Monodonta* (8), *Rotella* (1), *Solarium* (1), *Euomphalus* (8), *Cochlearia* (2), *Delphinula* (6), *Turbo* (37), *Turritella* (55), *Scalaria* (1), *Melania* (62), *Tornatella* (2), *Nerita* (2), *Naticella* (17), *Natica* (28), *Sigaretus* (2), *Capulus* (3), Summa 314 Arten. — Ctenobranchia Siphonobranchia: *Cerithium* (12), *Fusus* (4), *Pleurotoma* (3), *Oliva* (1), zusammen 20 Arten. — Aspidobranchia: *Emarginula,* 1 Art. — Cyclobranchia: *Patella,* 6 Arten.

[2]) Einige der als Melania und Turritella beschriebenen Gastropoden scheinen den aus dem Esino-Dolomit von **Hörnes** beschriebenen Chemnitzien so nahe zu stehen, dass sie vielleicht auch richtiger zu dieser Gattung zu stellen sein werden.

welche in St. Cassian ihren Gipfel erreicht. Stirbt auch die Fauna schnell aus, so wird sie doch von einzelnen Gastropoden, wenn auch nicht von bestimmten Arten, so doch von charakteristischen Typen, überdauert. Dahin gehören die eben erwähnten Natica-Formen der Raibler Schichten, ferner Naticellen, welche den Charakter der *Naticella ornata Münst.* und *Naticella pyrulaeformis Klipst.* tragen und in den rothen Raibler Schichten auf dem Schlern häufig sind [1].

3. Pelecypoden.

Münster und **Klipstein** haben 128 Arten von Pelecypoden bekannt gemacht, unter denen nur Eine, der *Unio problematicus Klipst.*, den Raibler Schichten angehört. An seiner Stelle kann man *Halobia Lommeli* aufnehmen, welche ich in grosser Zahl auf den Stuores-Wiesen selbst fand, so dass wir die Zahl 128 beibehalten. Es gibt sich in dieser Thierklasse ein ausserordentlicher Unterschied gegen die früheren Trias-Faunen kund. In der unteren Trias war sie hauptsächlich durch Monomyarier und Heteromyarier vertreten, welche sich durch den Reichthum an Arten, durch die Grösse der Individuen, durch charakteristische Oberflächenzeichnung und auch grossentheils durch ihr geselliges Vorkommen (*Posidonomya Clarai* und *aurita*, *Gervillia* u. s. w.) auszeichnen; dagegen sind dort Homomyarier in geringer Zahl vorhanden und beschränken sich auf einige wenig charakteristische Formen, unter denen nur wenige, wie *Myacites Fassaensis*, in grösserer Zahl auftreten. Ebenso zeichnen sich die Wenger Schichten durch das massenhafte Vorkommen ihrer *Halobia* und das gänzliche Fehlen von Monomyariern aus. Ganz anders in St. Cassian; unter den 128 Arten sind 34 *Monomyarier* [2], 37 *Heteromyarier* [3] und 57 *Homomyarier* [4], unter den letzteren nur 2 *Sinuatopalliaten* der Gattung *Sanguinolaria*. Noch mehr als in der Zahl der Arten macht sich das Vorwalten der Homomyen durch die Menge der Individuen und die Leitmuscheln geltend, welche ihnen besonders angehören. Aus den beiden ersten Ordnungen sind es ausser der *Gervillia Johannis Austriae Klipst.* nur die Avicula-Arten, welche ausserordentlich häufig vorkommen, vorzüglich diejenigen, welche **Münster** die Gruppe der *Gryphaeaten* nennt und die sich um den Typus der *Avicula gryphaeata Münst.* und *Avicula decussata Münst.* schaaren. Weit seltener ist *Avicula arcuata* und alle anderen Formen. Dagegen sind von den gleichmuskligen *Nucula lineata Goldf.*, *Nuc. strigilata Goldf.*, *Nuc. sulcellata Wissm.*, *Nuc. Faba Wissm.*, *Cardita crenata Goldf.*, *Myophoria lineata Münst.*, *Trigonia Harpa Münst.*, *Isocardia Buchii Klipst.* als häufige und unverkennbare Leitpetrefacten bekannt. Auch bei dieser Abtheilung ist, wie bei den früheren, die Kleinheit der Individuen ein für die St. Cassianer Fauna charakteristisches Merkmal. Nicht eine einzige Art der St. Cassianer Pelecypoden ist mir ausser der *Halobia Lommeli* in den tiefsten Schichten des Tuffsystems bekannt geworden, und dieser Art geht es wie dem einzigen der ganzen Reihe angehörigen Cephalopoden, dem *Ammonites Aon*; sie bleibt gleich diesem in den Cassianer Schichten weit hinter ihrer früheren Grösse zurück.

So wenig die Pelecypoden-Fauna von St. Cassian in tieferen Schichtgebilden auch nur durch analoge Formen vertreten ist, so unverkennbar ist die Fortentwickelung einzelner charakteristischer Formen nach

---

[1]) Eine interessante Zusammenstellung der in der St. Cassianer Fauna auftretenden Gattungen aus allen Thierklassen nach ihrem Hinabreichen in ältere Formationen oder ihrem Fortdauern in späteren, oder ihrem Beschränktsein auf die Eine Fauna, hat Pictet im 4. Band seines *Traité de Paléontologie* (1857) gegeben. Es zeigt sich, dass 60 Procent der Gattungen aus älteren Formationen kamen, 80 in jüngeren fortdauern.

[2]) *Ostrea* (5), *Gryphaea* (2), *Spondylus* (9), *Pecten* (15), *Lima* (3).

[3]) *Gervillia* (4), *Halobia* (1), *Avicula* (22), *Mytilus* (6), *Modiola* (4).

[4]) *Arca* und *Cucullaea* (9), *Nucula* (17), *Lyriodon* (1), *Myophoria* (4), *Trigonia* (1), *Unionites* (1), *Cardita* (7), *Isocardia* (12), *Cardium* (1), *Lucina* (2), *Sanguinolaria* (2).

oben; doch behalten nur wenige selbst in den Raibler Schichten die früheren Species-Merkmale bei, sondern sind nur durch analoge Arten ersetzt. Ein oftmals hervorgehobenes Beispiel ist das Auftreten der *Monotis salinaria* und *Halobia salinarum* in den Hallstätter Kalken der Nord-Alpen, welche über den Partnachmergeln mit *Halobia Lommeli* liegen und zum Theil den St. Cassian-Schichten, zum Theil dem Schlern-Dolomit entsprechen. **Klipstein** machte ein unvollkommenes Exemplar einer Auster von St. Cassian unter dem Namen *Ostrea Montis Caprilis* (Oestl. Alpen, S. 247, Tab. XVI, Fig. 5) bekannt; **Pichler** entdeckte in den Raibler Schichten der Nord-Alpen ihr vollständiges Analogon und Hr. **v. Hauer** und ich fanden es daselbst später sehr verbreitet; in den Kössener Schichten kehrt derselbe charakteristische Typus als *Ostrea Haidingeriana* wieder. Ebenso findet sich die echte *Cardita crenata* in den St. Cassian-Schichten der Süd-Alpen und in den Raibler Schichten der Nord-Alpen, während in den Kössener Schichten *Cardium austriacum* an ihre Stelle tritt. *Spondylus obliquus Münst.* erscheint in den Kössener Schichten als *Plicatula intus-striata, Gervillia Johannis Austriae Klipst.* als *Gervillia inflata Schafh.; Avicula decussata Münst.* und ihre Verwandten von St. Cassian finden ihre Vertreter in der *Avicula speciosa Mer., Avic. Escheri Mer., Avic. contorta Portl.* der Kössener Schichten, während *Myophoria Kefersteinii Münst. sp.* nach Herrn **v. Hauer's** Untersuchungen die St. Cassianer und Raibler Faunen schon in den Süd-Alpen unmittelbar verbindet und auch die charakteristische *Nucula sulcellata Wissm.* von St. Cassian in grosser Menge bei Raibl auftritt; ähnliche Formen von Nucula fanden wir auf dem Pass am Zirler Kristen bei Innsbruck in grosser Menge, einzelne Gesteinsstücke der Raibler Schichten erfüllend.

Ueberblicken wir nur flüchtig die anderen Thierklassen, so finden sich die *Brachiopoden* reich vertreten, aber, wie es scheint, nicht gleichmässig durch alle Schichten; der *Productus Leonhardi* ist unter ihnen ein charakteristisches Leitpetrefact. Ueberaus formenreich treten die *Radiaten* auf. *Crinoiden*-Stacheln sind die häufigste Erscheinung in den St. Cassianer Sammlungen und man findet sie in grösster Verbreitung in den höchsten Theilen der Ablagerungen des Tuffsystems. Die ausserordentlichen Schwankungen, welchen die Form dieser Gebilde wahrscheinlich an demselben Individuum unterworfen war, so wie die allen eigenthümliche bilaterale Entwickelung, welche ein charakteristisches Merkmal der Stacheln aller Cidariten der oberen alpinen Trias zu sein scheint, sind bekannt und dürften ein wichtiges Merkmal für die Parallelisirung anderer Faunen sein. Selten ist die Schale eines Seeigels erhalten, selbst die Fragmente trifft man in einer Anzahl, welche in gar keinem Verhältniss zu der ausserordentlichen Anzahl der Stacheln steht. Die Arten, von denen alle diese Reste stammen, scheinen sich auf sehr wenige zu reduciren. — *Crinoideen* sind in den tieferen Schichten ungleich häufiger als in den Mergelkalken von St. Cassian, so besonders im Cipiter Klippenkalk und in den Tuffen selbst. Was endlich die *Phytozoen* betrifft, so sind auch diese nicht selten; manche Schichten, wie einige am Fuss des Set Sass gelegene, ferner am Fuss des Blattkofl's gegen den Monte Palatscho und auf dem Piz-Berg der Seisser Alp, sind ganz mit Bruchstücken von Korallen erfüllt. Wie schon **Bronn** bemerkt, sind darunter wenige riffbauende Arten bekannt, allein diese kommen in um so grösserer Anzahl vor. Zahlreicher in ihren Formen, aber an Masse weit untergeordnet sind die *Spongien*.

Ausser dem Interesse, welches die einzelnen Thierklassen bieten, hat die Fauna in ihrer Gesammtheit einige auszeichnende Merkmale. Dahin gehört einerseits das oft hervorgehobene Nebeneinandervorkommen von Formen, welche einer längeren Reihe einzelner Perioden eigenthümlich sind und theils frühere Typen wiederholen, theils späteren scheinbar vorgreifen; ferner die durchgängige Kleinheit und Zierlichkeit der Individuen, welche besonders an solchen Arten hervortritt, die auch unter oder über den Schichten zu St. Cassian auftreten und hier allemal in der Grösse abnehmen; ferner das gleichförmig

bunte Gemisch der Formen in jeder einzelnen Schicht, da doch nie ein unvollkommener Erhaltungszustand auf ein Zusammenschwemmen hindeutet; endlich das Zusammenliegen von Thieren aus so vielen Abtheilungen, welche ganz verschiedenen Meerestiefen angehören. Fast alle diese Umstände erklären sich in einfacher und natürlicher Weise; ich komme später bei der Geschichte der Hebungen und Senkungen darauf zurück.

Sedimentärtuffe.

Es ist nun, nachdem wir die verschiedenen in den Zwischenschichten der Tuffe enthaltenen Faunen erörtert haben, noch übrig, die Gesammtmasse der ersteren nach ihrem petrographischen Charakter, ihrer Verbreitung, Mächtigkeit und Vertheilung der organischen Reste zu untersuchen. Die organischen Reste in den Schichten von Buchenstein, von Wengen, von Cipit und von S. Cassian geben uns vier Entwickelungsstufen einer und derselben Fauna, welche in diesen Zwischenschichten scharf hervortreten und zugleich wegen der verschiedenen petrographischen Beschaffenheit der letzteren den Charakter verschiedener Facies tragen. Ihre Wechsellagerung findet nur innerhalb bestimmter Grenzen statt. Zu einem Ganzen aber werden diese partiellen Faunen durch das gleiche geologische Verhalten der einschliessenden Schichten verbunden, durch ihre allgemeine Einlagerung in den mächtigen Complex der Tuffe. Ohne noch hier näher auf deren geologisches Verhalten einzugehen und von diesen secundären Producten vulcanischer Thätigkeit die Spur bis zu den Eruptionen und ihren Wirkungen zurück zu verfolgen, weisen wir für jetzt nur darauf hin, dass während der Periode der vier Faunen eine selten unterbrochene, heftige eruptive Thätigkeit herrschte. Ihr Anfang ist durch die Conglomeratbank bezeichnet, welche an der Seisser Alp unmittelbar über dem Mendola-Dolomit liegt, ihr Ende fällt in die erste Zeit der Ablagerung des Schlern-Dolomits. Die Tuffgesteine lassen sich charakterisiren als:

1) Conglomerate von Tufffragmenten mit Tuff als Bindemittel. Die Fragmente stammen zum Theil selbst von festeren Conglomeraten. Die Grösse der Bruchstücke variirt ungemein; durch Verminderung derselben entstehen

2) Schwarze Tuffsandsteine; dies sind diejenigen, welche **Fuchs** und **Trinker** mit dem sehr geeigneten Namen: *„Doleritischer Sandstein"*, Andere als *Grauwackensandstein* bezeichneten. Diese Gesteine variiren auf das Manchfaltigste; bald sind es lockere schwarzbraune Sandsteine von gröberem oder feinerem Korn und von sehr verschiedener Mächtigkeit der Schichtung, welche bis zu unvollkommener Schieferung herabgeht; bald verfestigen sich die kleinen Fragmente mehr und mehr, es tritt dann häufig schwarzer Glimmer hinzu und so entsteht ein dunkelgraues Gestein von ausserordentlicher Zähigkeit, welches bald in mächtigen Systemen dünner plattiger Schichten, bald in einzelnen Bänken den anderen Tuffen eingelagert ist. Der Zersetzung leisten sie geringen Widerstand und zerfallen zu einem lockeren braunen Grus. Das Korn verfeinert sich mehr und mehr und es entstehen

3) Feinerdige Tuffschiefer, theils nur aus äusserst fein vertheilter, dünngeschichteter Tuffmasse bestehend, theils verkieselt und dann fest und in dünne Tafeln spaltend; es wechseln mit ihnen analog zusammengesetzte plattige Kalkgesteine. Ich habe die Hauptmerkmale dieser Gesteinsfolge und ihren reichen Gehalt an Schalen der *Halobia Lommeli* bereits bei den Wenger Schichten angeführt. Durch **Trinker's** schöne Untersuchungen wurde es erwiesen, dass die feinerdigen Tuffschiefer gleiche chemische Zusammensetzung mit dem „Doleritischen Sandstein" besitzen, also nur als eine äusserst fein vertheilte Modification desselben zu betrachten sind.

Eine zweite Reihe der Tuffgesteine ist der vorigen ganz analog:

4) Conglomerate von Kalkfragmenten, durch Tuff verbunden. Die Fragmente sind nur in wenigen,

dem unteren Theil des eigentlichen Tuffcomplexes angehörigen Schichten abgerundet, meist aber haben sie eine kantige und eckige, oft zackige Gestalt; niemals bestehen sie aus reinem Kalk, sondern immer ist derselbe etwas dolomitisch; in grossen Blöcken ist das Gestein oft dem Schlern-Dolomit ähnlich, ohne aber je dessen vollkommene drusige Beschaffenheit zu erreichen. Das Bindemittel ist sehr verschieden, oft locker und sandig, oft selbst ein Conglomerat der ersten Art. Diese Gesteine finden sich an der Seisser Alp (Schicht 9 und 17 des Profils) und erreichen eine bedeutende Entwickelung in den bankförmig geschichteten, mächtigen höchsten Theilen der Ablagerungen der Alpe am Molignon und den Rosszähnen, wo sie besonders an den kantigen dolomitischen Fragmenten reich sind. Am Col di Lana und am Zug des Sasso di Capell nehmen sie den Hauptantheil an der Zusammensetzung der Gipfelmassen. Hieher gehören auch die von L. v. Buch als „Grauwacke" bezeichneten, in ungeheuren bankförmig gelagerten Massen bei Colfosco und an der Gäns-Alpe auftretenden Kalk-Conglomerate, in denen die Fragmente mit weniger scharfkantiger Gestalt bei weitem die Grundmasse überwiegen, so dass diese oft ganz zurücktritt. Diese vielfach auf's Neue beschriebenen Schichten gehören dem oberen Theil der unteren Hälfte des Tuffcomplexes an und stehen mit gewissen Eruptionen in nahem Zusammenhang. Die an Kalkfragmenten sehr reichen Eruptivtuffe von Wengen und dem Bufaure-Gebirge sind als gewissermassen schichtförmig ausgebreitete Reibungsconglomerate zu trennen.

5) Kalk-Tuffsandsteine. Wie bei der vorigen Reihe, so findet auch bei dieser ein allmäliger Uebergang durch Abstufungen in der Grösse statt. Es entstehen feinkörnige Gesteine, in denen sehr kleine Kalkfragmente mit lockerer sandiger Tuffmasse verbunden sind. Diese Schichten wechseln mit den groben Conglomeraten und sind mit ihnen von einerlei Entstehung. Meist lassen sie sich nicht scharf trennen, da grosse und kleine Fragmente in grosser Zahl untereinander in den Schichten vermengt sind.

6) Dichte, dünnplattige, tuffreiche Kalke, dieselben, welche unter Nr. 3 als wechsellagernd mit Tuffschiefern angeführt wurden. Beide kommen stets zusammen vor, sind immer reich an *Halobien*, flachgedrücktem *Ammonites Aon* und Pflanzenresten, führen viel Eisenkies und zeugen von dem schlammigen Boden, aus dem sie entstanden. Ihr Hauptniveau ist der unterste Theil der Tuffschichten.

Ausserdem kommt noch eine Reihe von Gesteinen vor, welche in keine der beiden angeführten gehören. Zu erwähnen ist insbesondere die

Pietra verde der italienischen Geologen, ein gleichmässig feinkörniges, geschichtetes Gestein von pistaciengrüner Farbe, das bei den secundären Gesteinen des Augitporphyrs ausführlicher berücksichtigt werden soll.

Auch hier lassen sich in ganz gleicher Weise, wie früher, drei Abänderungen unterscheiden:

7) Kalkconglomerat mit Pietra verde als Bindemittel.

8) Feinkörnige Pietra verde, z. Th. mit kleinen Kalkfragmenten.

9) Dichte dünngeschichtete Pietra verde.

Dies sind die eigentlichen Tuffgesteine. Allein auch die Reihe der versteinerungsführenden eingelagerten Kalke ist zu berücksichtigen, um so mehr, als petrographische Uebergangsstufen in die Tuffe sich nachweisen lassen und als fast jeder Kalkstein in seinen Verunreinigungen und Bestandtheilen den genetischen Zusammenhang mit den Tuffen erkennen lässt.

10) Die eingelagerten kalkigen Schichten zeigen unter einander eine grosse Manchfaltigkeit. Es kommen vor:

a. Reiner weisser, krystallinischer, drusiger Dolomit (Pozza-Alpe u. s. w.).
b. Dichter grauer Kalk mit massenhaft ausgeschiedenen Partien von weissem strahligen Cölestin (Seisser Alp, From-Bach).
c. Dichter grauer, ungemein zäher Kalkstein mit Kalkspath-Skalenoëder-Drusen, stets verunreinigt durch mechanisch beigemengte Tuffmasse (Cipit).
d. Feinkörnig krystallinischer, gelb verwitternder Kalkstein (Cipit).
e. Dunkelgrauer, gelb verwitternder, mergeliger Kalkstein, der bei der Verwitterung stets oolithische Structur zeigt (St. Cassian).
f. Wellig geschichteter Kalkstein mit Feuersteinknauern (Buchensteiner Schicht).

Alle diese verschiedenen Gesteine wechsellagern mit einander in bunter Reihenfolge; nur einige allgemeinere Eigenthümlichkeiten lassen eine geringe Gesetzmässigkeit in der Vertheilung erkennen. So besteht der unterste Theil der Tuffe in dem gesammten nördlichen Verbreitungsgebiet vorherrschend aus den dichten schiefrigen Gesteinen (3 und 6), mit denen weiter hinauf 2 und 5 wechseln, während gröbere Conglomerate nur in einzelnen Schichten auftreten. Im mittlern, der Mächtigkeit nach bei weitem bedeutendsten Theil herrschen die Sandsteine vor; die gröberen Conglomerate aber halten sich einestheils an die Nähe der Eruptionsstellen und sind dadurch den verschiedensten Niveaux eigen; anderntheils nehmen sie, wie an den eben bezeichneten Stellen, die höchste Stelle ein, halten sich aber dabei an die Nähe der Dolomit-Gebirge; der innige Zusammenhang zwischen beiden wird sich aus der Darstellung der Hebungen und Senkungen näher ergeben. Die *Pietra verde* hat stets ein tiefes Niveau, unmittelbar über den Wenger Schichten. Am ausgezeichnetsten sind die Gesteine derselben am Monte Frisolet entwickelt, wo sie selbstständig einen bedeutenden Complex bilden, in welchem die drei angeführten Abänderungen wechseln. Auch bei Pederova im Enneberg sind sie vorhanden. Ihre eigentliche Entwickelung aber erreicht die Pietra verde erst im Venetianischen.

Was die Kalke betrifft, so folgen auch sie einem gewissen Gesetz in der Vertheilung. Diejenigen mit Feuersteinknauern sind stets unmittelbar über dem Mendola-Dolomit oder über den ersten Halobiaschiefern, während die mergeligen, oolithisch verwitternden Kalke dem obersten Niveau angehören, dem Niveau der Fauna von St. Cassian, und gleich den Conglomeraten in einer unverkennbaren Beziehung zu den Dolomiten stehen; bei St. Cassian treten sie am vollendetsten in den höchsten, neben dem Dolomit gelagerten Schichten auf.

Die Gesammtmächtigkeit der Sedimentärtuffe dürfte im Allgemeinen auf 1000—3000 Fuss zu veranschlagen sein; sie variirt natürlich ungemein, da der Boden des Meeres ein gebirgiges Land mit Klippen und Inseln war; oft keilen sich die mächtigsten Massen an ihrer stark geneigten Unterlage schnell aus.

Die Versteinerungen sind keineswegs auf die eingeschlossenen Kalke beschränkt, sondern finden sich auch in den Tuffgesteinen, allein aus einzelnen bedeutenden Schichtencomplexen scheinen sie ganz und gar ausgeschlossen zu sein, so besonders aus den schwarzen Sandsteinen und der Pietra verde, wogegen Kalk-Tuffsandsteine reicher daran sind und die Kalk-Tuffconglomerate am Molignon eine bedeutende Anzahl führen. Am günstigsten waren die Verhältnisse, unter welchen sich die schlammigen Halobienschichten und mergeligen Cassiankalke absetzten. Inwiefern die Lebensbedingungen für gewisse Arten durch geringere Modificationen des Gesteins sich änderten, habe ich nicht beobachtet. Für sehr grosse Differenzen, wie Halobiaschichten und Kalkstein von Cipit, ist der Einfluss in die Augen springend.

Die Sedimentärtuffe bilden sanftwellige, ungemein fruchtbare Plateaux, in welche die grösseren Thäler tief, aber niemals mit schroffen Gehängen eingeschnitten sind, während kleine Gewässer sich gern rinnenartige Einschnitte mit vegetationslosen Wänden graben. Mit bedeutender Neigung, aber

stets von üppigem Graswuchs bedeckt, senken sich die flachwelligen Hochflächen gegen die Thäler hinab und durchschneiden die fast söhligen Tuffschichten unter einem schiefen Winkel, zuweilen bis zu ihrem Liegenden hinab. Wo ein Bach die Stetigkeit der Rasendecke unterbricht, wird daher allenthalben das Profil der Tuffe entblösst und dort, wo, wie an den Abhängen von Stuores gegen St. Cassian, tiefe Wasserrisse in die weichen Gesteine eingeschnitten sind und an den steilen Gehängen die Verwitterungsproducte fortwährend herabgespült werden, da kann man oft auf 4- bis 5000 Schritt die dünnen Kalkschichten verfolgen, welche durch ihre Farbe und durch ihre geringere Verwitterbarkeit zwischen den lockeren Tuffen leicht erkennbar sind.

Ehe ich die Tuffe und die ihnen angehörigen Faunen verlasse, ist noch einer kleinen sehr ausgezeichneten Ablagerung Erwähnung zu thun, welche auch den Tuffen, und zwar ihren gröberen Conglomeraten, petrographisch angehört, aber gleichsam als ein Parasit zu betrachten ist. Es sind dies jene von **Emmrich**[1]) zum ersten Mal erwähnten Schichten am From-Bach auf der Seisser Alp, welche abweichende Versteinerungen führen. **Emmrich** erkannte mit grossem Scharfblick die wahre Natur dieser Ablagerung, indem er sagt: „Diese Tuffbildung scheint weniger ein besonderes Glied der vorhergehenden Formation, als eine eigenthümliche spätere Localbildung, entstanden nach Entblössung des Landes durch Zertrümmerung der unterliegenden und umgebenden Gebirgsmassen. Welcher Epoche sie angehöre, ob der Tertiär-, ob eher der Kreidezeit, ob sie vielleicht doch mit den Cassianer Bildungen zu vereinigen sei, muss die Zukunft lehren." In der That sind dies regenerirte Tuffschichten, allein sie fallen nicht in eine so späte Periode, sondern gehören noch dem Ende der Triasperiode an; ich werde sie später als Raibler Schichten nachweisen. Sie sind durch ihre unmittelbare Auflagerung auf die höchsten Tuffschichten einer der wichtigsten Fingerzeige für die Beurtheilung der Entstehungsweise des Dolomits, welcher in unmittelbarer Nachbarschaft (kaum 1000 Schritt entfernt) mit 3- bis 4000′ Mächtigkeit sich zwischen Tuffe und Raibler Schichten einschiebt. Es wird sich leicht nachweisen lassen, dass diese am Ende der Triasperiode regenerirten Tuffschichten nicht auf diesen einen Ort beschränkt sind, sondern, trotz der mangelnden Versteinerungen, eine grosse Verbreitung besitzen[2]).

10. Schlern-Dolomit.

In dem Profil der Seisser Alp erhebt sich über den Tuffschichten eine mächtige Gesteinsmasse, welche das gesammte Schlern-Gebirge zusammensetzt und auf mehreren Seiten desselben unmittelbar dem unteren oder Mendola-Dolomit aufgelagert ist. Ich habe diesen Dolomit nach dem charakteristischen und vielgenannten Berge mit dem Namen „Schlern-Dolomit" bezeichnet, da seine völlige Aequivalenz mit dem *Esino-Dolomit* noch nicht als feststehend angenommen werden kann. Zwar liegt auch dieser, wie es sich immer sicherer herauszustellen scheint, zwischen St. Cassianer und Raibler Schichten, allein noch sind die Ansichten über ihn getheilt. Ebenso wenig schien es rathsam, die in den Nord-Alpen gebräuchliche Bezeichnung *„Hallstätter Kalk"* auf dieses Gebilde der Süd-Alpen auszudehnen, da, wie ich zu zeigen suchen werde, der Hallstätter Kalk nicht genau dem Niveau des Schlern-Dolomits entspricht. Das hohe Interesse, welches dieses Formationsglied durch seine plötzliche und unvermittelte Entwickelung zu ungeheuerer Mächtigkeit in Anspruch nimmt, wird noch durch die vielfache Behandlung vermehrt, welche gerade dieser Dolomit erfahren hat. Ihm gelten die kühnen Theorien, welche **Leopold von Buch's** grosser Geist über die metamorphosirenden Wirkungen des Augitporphyrs entwarf und welche

[1]) In Schaubach, IV, S. 291.
[2]) S. den Abschnitt über die Hebungen und Senkungen.

einen der lebhaftesten und förderndsten Kämpfe hervorriefen, die jemals auf dem Gebiete der Geologie geführt wurden. Buch betrachtete damals diesen Dolomit aus rein geologischem Gesichtspunkt, ohne sein Alter zu berücksichtigen. Die Formen, unter denen er auftritt, die oftmalige Nachbarschaft von Augitporphyrgängen, das scheinbare Aufsteigen seiner Steilwände aus der Tiefe, seine chemische Zusammensetzung, der gänzliche Mangel von Schichtung, die krystallinische Structur — dies waren die Gesichtspunkte, von denen aus Buch das Gestein betrachtete und welche ihn zu der vielbesprochenen Theorie verleiteten. In grossen Zügen zeichnete er in seinen Briefen über Süd-Tyrol die Formen, unter welchen der Dolomit auftritt: „Noch kein Naturforscher hat das Fassathal betreten, ohne von dem Anblick der hohen, weissen, zackigen Felsen, welche dieses merkwürdige und lehrreiche Thal von allen Seiten umgeben, in Erstaunen gesetzt worden zu sein. Ihre senkrechten Spalten zertheilen sie in so wunderbare Obelisken und Thürme, dass man umsonst sich bemüht, sich zu erinnern, in anderen Theilen der Alpen etwas Aehnliches gesehen zu haben. Glatte Wände stehen häufig mehrere Tausend Fuss ganz senkrecht in die Höhe, dünn und tief abgesondert von anderen Spitzen und Zacken, welche ohne Zahl aus dem Boden heraufzusteigen scheinen. Oft möchte man sie mit gefrorenen Wasserfällen vergleichen, deren manchfache Eiszapfen umgedreht und in die Höhe gerichtet sind. Nirgends bricht eine Zerspaltung in anderer Richtung das Senkrechte dieser Linien, und die meisten erheben sich bis weit in die Region des ewigen Schnee's." Diese Worte genügen, um den Charakter der Berge zu zeichnen, welche der Schlern-Dolomit bildet. Er allein hat diese Formen aufzuweisen, welche durch seine drusige Beschaffenheit und durch den gänzlichen Mangel der Schichtung bedingt sind. Am reinsten tritt der Typus am Langkofl auf, da er bis zu seiner höchsten Höhe aus Schlern-Dolomit besteht.

Petrographisch ist der Schlern-Dolomit vollkommen identisch mit dem Mendola-Dolomit. So selten auch sonst diese reinste Abänderung des Dolomits auftritt, so sind doch Handstücke aus diesen beiden Formationen gar nicht von einander zu unterscheiden. Beide sind krystallinisch, drusig, rein weiss und haben eine rauhe Oberfläche. Schichtung fehlt gänzlich, doch ist hier und da eine Spur einer Absonderung in sehr mächtige Bänke wahrzunehmen.

Die untere Grenze ist grossentheils durch die Tuffschichten gegeben. Diese Thatsache ist zwar häufig geläugnet worden, doch lehrt sie der Augenschein allenthalben und die Profile I bis VIII beweisen sie zur Genüge. Jeder Schlernbesteiger kann, wenn er den Anstieg von der Alphütte Cipit aus einschlägt, trotz der zahlreichen herabgefallenen Dolomitblöcke in jedem Wasserrisse, der aus dem Dolomit herabkommt, die Auflagerung des Dolomits auf den Tuffen deutlich verfolgen. Allein an dem Abhang gegen Bad Ratzes keilen sich die Tuffe aus und beide Dolomite kommen in unmittelbare Berührung, wie dies oben dargestellt wurde.

Andere Ueberlagerungsstellen sind: der Ost- und Westfuss des Langkofls, ganz besonders aber das gesammte Pordoi-Gebirge; allenthalben, wo sich ein kleiner Grat vom Gebirge abzweigt, kann man deutliche Profile sehen, da an solchen Stellen kein Dolomitgeröll dessen untere Grenze verhüllt; die Uebergänge vom Gröden nach Corfara und nach Fassa und von Fassa nach Buchenstein sind für diese Beobachtung vorzüglich geeignet, ebenso die kleine Kuppe der Cima Pasni oberhalb Canazei. Am Guerdenazza-Gebirge befinden sich ebenfalls mehrfach gute Beobachtungsstellen für das Lagerungsverhältniss zwischen Tuffen und Dolomit. Den höchsten Grad von Klarheit bieten aber die Gebirge zwischen Andraz und Ampezzo, die Valparola, der Nuvulau, der Lagazuoi, Monte Tofana u. s. w.

Die Auflagerung der Dolomite aller dieser Gebirge auf den Tuffen ist unzweifelhaft; es bleibt nur zu erweisen, ob sie in der That identisch sind. Petrographisch ist dies der Fall; allein in den östlichen

der genannten Gebirge sieht man allenthalben nur eine gegen Osten mehr und mehr an Mächtigkeit abnehmende Bank dieses drusigen Dolomits ausgebildet und darüber geschichtete Kalke und Dolomite in bedeutendem Complex auftreten. Es fragt sich, ob diese einen Theil des westlichen Dolomits ersetzen oder einer höheren Formation angehören, und wenn dies nicht der Fall ist, ob die untere Dolomitbank dem Schlerngestein äquivalent sei. Diese Frage fällt mit der nach der Formationsbestimmung des Dolomits zusammen und wir müssen erst diese kurz beantworten.

Der Dolomit enthält ausser unbestimmbaren *Globosen Ammoniten* keine Versteinerungen; daher blieb seine Altersbestimmung stets ein scheinbar unlösbares Problem. Man musste dies willkürlich thun und fasste daher gewöhnlich alle Kalke und Dolomite, welche über der St. Cassian-Formation folgen, als „Jurakalk", „oberer Alpenkalk", auch wol „Muschelkalk" zusammen, und wiewol man längst versteinerungsführende rothe Schichten auf dem Schlern über dem Dolomit kannte, so hat man doch nie versucht, aus ihnen einen Schluss auf das Alter des letzteren zu ziehen. Unter einer grösseren Anzahl von Versteinerungen, welche ich aus jenen Schichten sammelte, erkannte Herr v. Hauer sogleich einige Arten der Raibler Schichten und stellte dadurch das Alter des Schlern-Dolomits unzweifelhaft fest.

Die Raibler Schicht auf dem Schlern gibt nun einen ausgezeichneten Horizont für die obere Grenze des Schlern-Dolomits und in vielen Fällen ein sicheres Kriterium, ob er überhaupt vorhanden ist.

Da nun die erwähnte Bank von reinem, ungeschichtetem Dolomit in den östlichen Theilen des Gebietes durch eingelagerte Raibler Schichten von den höheren geschichteten Kalken und Dolomiten geschieden ist, so haben diese entschieden ein höheres Niveau als der Schlern-Dolomit. Das Schlern- und Rosengarten-Gebirge besteht ganz und gar aus Trias, ebenso der Blattkogl und Langkofl. Bei dem letztgenannten imposanten Gebirgsstock sieht man bis auf die unersteigliche Höhe nirgends eine Unterbrechung der schroffen, tief zerklüfteten Steilwände; bis hinauf ist das Gestein ungeschichtet und die Wasser führen in den Spalten nur Bruchstücke von krystallinischem, drusigem Dolomit herab. Ganz anders ist der Bau des benachbarten Pordoi-Gebirges. Ein colossales, weit ausgedehntes Massiv von ungeschichtetem, krystallinischem Schlern-Dolomit ruht auf den Tuffen und fällt allseitig mit senkrechten Wänden gegen sie ab. Allein in einer Höhe, die zwischen 1000 und 2000 Fuss schwankt, ist eine plötzliche Stufe und man sieht dem imposanten Piedestal eine grosse Anzahl von Pyramiden aus geschichtetem Kalk aufgesetzt. Die Stufe wird durch die Einlagerung von Raibler Schichten in sehr geringer Mächtigkeit veranlasst. Dasselbe Verhalten beobachtet man am Guerdenazza und an allen vorher genannten südöstlichen Gebirgen. Alle bestehen in ihrem unteren Theil aus Schlern-Dolomit. Eine bemerkenswerthe Thatsache, auf die wir bei der Darstellung der Geschichte des Landes zurückkommen, ist das ausserordentliche Schwanken in der Mächtigkeit. Am Schlern beträgt sie 3500 F., kaum eine halbe Stunde nördlich von seinem Fuss ist sie Null und von Anfang an Null gewesen, da hier Raibler Schichten unmittelbar auf den Tuffen liegen; am Langkofl dürfte die Mächtigkeit wol mehr als 4000 F. betragen, während sie am Pordoi-Gebirge, also in unmittelbarer Nachbarschaft, auf 2000 F. und noch weit tiefer herabsinkt. Längs der Strada degli tre Sassi, welche das tief bis auf die Tuffe eingeschnittene Thal Buchenstein mit Ampezzo verbindet, bildet der Schlern-Dolomit zu beiden Seiten eine durch Tuffe und Raibler Schichten nach unten und oben scharf abgesonderte Bank von einigen Hundert Fuss Mächtigkeit; über ihm erst erheben sich die grossartigen Kalkschroffen der Ampezzaner Alpen, welche der Formation des Dachsteinkalkes, also dem unteren Lias, angehören.

Der gesammte betrachtete Verbreitungsbezirk des Schlern-Dolomits liegt in dem nördlichen Theil

unseres Gebietes und ist durch das Vorhandensein der beiden Grenzgebilde in verticaler Richtung: der Cassianer und Raibler Schichten, bezeichnet. In den übrigen Theilen fehlen diese beiden ausgezeichneten Anhaltspunkte zur Formationsbestimmung oder sind wenigstens noch nicht nachgewiesen worden (abgesehen von den isolirten Cassianschichten von Costumedil). Hier stellen sich der Gliederung der Alpenkalke bedeutende Schwierigkeiten entgegen; unmittelbar über den Campiler Schichten beginnen Kalke und Dolomite, geschichtet und ungeschichtet, meist rein weiss, und steigen zu grosser Höhe an; es fehlt an Versteinerungen, und da der petrographische Charakter der oberen Trias oft auf kurze Strecken bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, so verlässt uns auch dieses Kennzeichen. Wir müssen uns daher nach anderen Bestimmungsmitteln umsehen. Ein solches ist zunächst in den *Gängen von Augitporphyr, Melaphyr* u. s. w. gegeben. Am Schlern wird der Dolomit noch von solchen Gängen durchsetzt; in entschiedenen Liasgesteinen treten sie nicht mehr auf, wenigstens sind sie darin nie beobachtet worden. Es scheint daher die Annahme gerechtfertigt, dass die letzten Gangbildungen jener Eruptivgesteine vor dem Beginn der Liasperiode geschehen und dass man jedes über der älteren Trias lagernde, von ihnen durchsetzte Gestein noch als Trias in Anspruch zu nehmen hat. Nun treten aber jene Gänge an der Marmolata, am Sasso Vernale, Sasso di Val Fredda, Campo Ziegelau, Sasso di Loch, Soracrep, Viesena, Latemar, Sforzella, überhaupt an allen Kalkgebirgen, welche südlich vom Tuffgebiet liegen, bis zu den höchsten Höhen auf; der Kalkstein aller dieser Berge ist mithin als nicht über die Trias hinausreichend anzunehmen, und es handelt sich nur darum, ihn als Triaskalk selbst noch weiter zu gliedern.

Alle genannten Kalkgebirge liegen ausserhalb des Tuffgebietes; es fehlen ihnen mithin die den Tuffen eingelagerten Kalke gänzlich und es bleiben ausser den leichter kenntlichen dunklen Virgloria-Kalken nur übrig: Mendola- und Schlern-Schichten. Es wurde bereits erwähnt, in welch innige Berührung beide als Dolomite mit einander treten, wie dies am Schlern-Rosengarten-Gebirge und am Nordabhang des Langkofls in besonders ausgezeichneter Weise zu beobachten ist. Es liess sich ferner nachweisen, dass Dolomit und dolomitischer Kalkstein der Mendola-Schichten auch in den Kalkgebirgen des südlichen Gebiets vorhanden sind, und zwar in sehr bedeutender Mächtigkeit. Es bleiben mithin nur noch die beiden Fragen zu beantworten, ob der gesammte dolomitische Kalkstein jener Gebirge den Mendola-Schichten äquivalent oder ob auch Schlern-Dolomit vorhanden sei und, wenn das Letztere der Fall ist, wie die Grenze zwischen beiden zu bestimmen sei. Die erste Frage ist entschieden dahin zu beantworten, dass auch der Schlern-Dolomit seine Vertreter habe, da an der Grenze des Tuffgebietes (am Colatsch und Campo Ziegelau) eine deutliche Zerspaltung des Systems der Kalke durch das Dazwischentreten der Tuffe stattfindet und die obere Abtheilung der ersteren unmittelbar in die Gipfelmassen von Sasso Vernale, Sasso di Val Fredda und Vedretta Marmolata übergeht. Ebenso sieht man an der Nordseite des bis auf den Rothen Sandstein aufgespaltenen Caressa-Passes die beiden deutlich geschiedenen Abtheilungen von Mendola-Dolomit und Schlern-Dolomit, die man vom Schlern her verfolgen kann. In gleicher Weise setzen sie an der südlichen, nur durch Aufspaltung von der nördlichen getrennten Kalkgebirgsmasse des Latemar deutlich fort; bald aber nehmen sie Schichtung an, statt des massigen drusigen Dolomits treten dolomitische Kalke auf und die Grenze wird undeutlich. Dies ist gerade an dem reichen Fundort der Latemar-Versteinerungen der Fall. Erst weiter südlich, im Val di Stava an den Abhängen des Cornazzi und Coronella, wird die Grenze zwischen beiden Abtheilungen wieder deutlicher. Westlich vom Latemar scheint der Schlern-Dolomit ganz zu fehlen[1]).

[1]) Auf der Karte hat in den südlichen Gebieten (Viesena, Latemar, Weisshorn u. s. w.) wahrscheinlich der Schlern-Dolomit auf Kosten des Mendola-Dolomits eine zu grosse Ausdehnung erhalten.

Der Schlern-Dolomit ist ein für Süd-Tyrol charakteristisches Gestein und hängt mit den geologischen Verhältnissen aufs Innigste zusammen. Trotz der ungeheueren Mächtigkeit, die er plötzlich erreicht, verschwindet er doch sogleich dort, wo die Bedingungen zu seiner Bildung fehlten. Worin die letzteren bestehen und wie innig der Schlern-Dolomit mit der Fauna und dem Gestein der St. Cassianer und Raibler Schichten zusammenhängt, soll später in der Geschichte der Hebungen und Senkungen ausführlicher erörtert werden.

11. Raibler Schichten.

Unter diesem Namen hat Herr **Franz Ritter von Hauer** in neuester Zeit ein Schichtensystem ausgeschieden [1], welches bisher stets als ein Aequivalent von Sanct Cassian und Bleiberg angesehen wurde, und dasselbe vorläufig durch sechzehn Arten charakterisirt, von denen nur einige mit den wirklichen St. Cassian-Schichten identisch zu sein scheinen. Es ergab sich, dass die Raibler Schichten der oberen Trias angehören und deren höchstes Niveau bilden, dass sie von den St. Cassian-Schichten zuweilen durch einen Dolomit getrennt sind und meist unmittelbar von Kalken mit der Dachsteinbivalve überlagert werden. Die Trennung beruhte wesentlich auf dem Unterschied der Faunen, welche für die Raibler Schichten entweder ein höheres Niveau oder die Annahme als besondere Facies verlangten. Nirgends dürfte von Seiten der Lagerungsverhältnisse die Nothwendigkeit der Trennung mehr geboten sein, als am Schlern. Wenn man die Höhe des schroffen Dolomitberges erreicht hat, so befindet man sich auf einem sanften, mit kräftigen Alpen bedeckten Plateau, das den allseitigen senkrechten Wänden aufgesetzt ist. Unweit des höchsten Punktes spaltet sich das Massiv, eine tiefe und breite Schlucht senkt sich hinab in den Dolomit und führt bis in seine liegendsten Schichten. Die weissen Dolomitwände des imposanten Abgrundes sind zur Linken von einem 100 Fuss mächtigen Complex intensivrother, vollkommen söhlig lagernder Schichten gekrönt, deren langgedehnte Mauer in grellem Contrast zu dem liegenden Gestein steht, während zur Rechten der Dolomit der Wand hoch über jene rothen Schichten aufragt. Die Raibler Schichten tragen den kräftigen Pflanzenwuchs der Alpe und ihrer schützenden Bedeckung ist es zu verdanken, dass der Schlern nicht gleich dem Langkofl von oben herab in unzugängliche Obelisken aufgelöst ist. Die Gesteine sind zweierlei:

1) ein ziegelrother, sandiger Dolomit mit vielen sehr kleinen, flachen, gekrümmten Hohlräumen, welche von zerstörten Muschelschalen herzurühren scheinen und mit kleinen Krystallen des Dolomits ausgekleidet sind;

2) ein thoniges, gleichfalls etwas kalkig-sandiges Gestein von derselben Farbe und erfüllt von fein beigemengtem oolithischen Kalk und Bohnerz. Das Bohnerz scheint, wie überhaupt der Eisengehalt, sehr charakteristisch für einzelne Schichten zu sein. — Dieses Gestein enthält eine grosse Masse von Versteinerungen; einige Schichten scheinen nur aus kleinen Fragmenten von solchen mit einzelnen vollständigen Schalgehäusen zu bestehen. Die letzteren sind in Kalkspath verwandelt und wittern leicht aus dem thonigen Gestein heraus [2].

---

[1]) Ein Beitrag zur Kenntniss der Fauna der Raibler Schichten. Wiener Sitzungsberichte, Bd. XXIV, S. 537, mit 6 Tafeln. 1857.

[2]) Eichwald beschreibt Versteinerungen, welche „am Abhange des Puflatsch, der grossen Hochebene der Seisser Alp, zwischen der Kirche Seiss und der Höhe jenes Plateau's" vorkommen sollen (S. 155). Die Verwechslung des rothen Schlerngesteins mit dem der rothen Campiler Schichten an den erwähnten Abhängen scheint offenbar, denn dort finden sich nirgends die angeführten Versteinerungen („*Murchisonia alpina Eichw., Natica elongata Wissm., Lyrodon Okeni Eichw., Modiola obtusa Eichw., Pecten sp.*"). Auch die Angabe der Fundorte bei der Beschreibung der Versteinerungen (*Murchis. alp.* „vom Schlern der Seisser Alp"; *Lyrod. Ok.* „kommt mit der *Murchisonia* von der Seisser Alp"; *Modiola obtusa* „ebenfalls aus dem röthlichen Kalkstein des Schlerns der Seisser Alp", S. 126—129) scheint für jenen Irrthum zu sprechen.

Herr v. **Hauer** erkannte in den Versteinerungen die *Myophoria Kefersteinii Münst. sp. (Lyrodon Okeni Eichw.), Cardinia problematica Klipst. sp.* und *Pachycardia rugosa Hau.*, wodurch ihr Charakter als Raibler Schichten festgesetzt war.

Ueber den rothen Schichten des Schlern folgen noch weisser Kalkstein und Dolomit, welche gleichfalls Bohnerz und zum Theil oolithische Einschlüsse führen. Ihre Mächtigkeit lässt sich nicht sicher bestimmen, ist aber nicht bedeutend. Sie gehören jedenfalls zum Dachsteinkalk.

Die charakteristische Färbung, wie am Schlern, ist an den Raibler Schichten nur an wenigen andern Orten erwiesen; oberhalb Wolkenstein sieht man die Felsen des Schlern-Dolomits von rothen Gesteinen gekrönt, welche wol hieher zu ziehen sein dürften. Der Mangel dieser Färbung und die geringe Mächtigkeit erschwert überall ihre Auffindung. Ich erwähnte bereits im vorigen Abschnitt, dass sie am Pordoi-Gebirge und am Guerdenazza Dolomit und Kalkstein trennen. Sie treten hier als lockere, weisse, dolomitische Sandsteine auf und wurden später auch von den Herren Bergrath **Foetterle** und **Wolf** beobachtet. Hier führen sie keine Versteinerungen, und man könnte zweifeln, ob man es mit Raibler Schichten zu thun hat. Allein in geringer Entfernung, am Set Sass, treten sie in derselben Weise sehr charakteristisch auf und führen *Myophoria Kefersteinii.* Auch hier ist das Gestein von Bohnerzkörnchen erfüllt. — An der Strada degli tre Sassi hat Bergrath **Foetterle** die deutliche Zwischenlagerung der weissen dolomitischen Sandsteine beobachtet.

Ausser dieser Schicht, welche den Schlern-Dolomit überall begleitet, wo er von Liasgesteinen überlagert ist, und stets die deutliche Trennung der beiden ähnlichen Gesteine veranlasst, sind noch einige äusserst merkwürdige Fundorte zu erwähnen, welche den vorigen benachbart und doch geognostisch weit von ihnen verschieden sind. Sie sind:

1. Am From-Bach auf der Seisser Alp. Diesem Bach entlang führt der gewöhnliche Weg von Castelrutt nach der Alp. Die Gewässer sammeln sich zu demselben an der Stelle, wo man den Rand des Plateau's erreicht, aus zwei Bächen. Geht man in dem linken Zufluss aufwärts, so durchwandert man fortwährend Tuffgesteine und steht plötzlich vor einer 12 Fuss hohen Wand, über welche der Bach einen Wasserfall bildet. Sie besteht aus einem groben Tuffconglomerat, welches mit einer grossen Zahl von Versteinerungen erfüllt ist, lauter dickschaligen Thieren, wie es die Lebensbedingungen erforderten. Herr v. **Hauer** erkannte unter ihnen *Pachycardia rugosa Hau.*, welche in Unzahl vorhanden ist. Einige andere sollen später erwähnt werden. Das Gestein dieser Schicht habe ich bereits oben („Sedimentärtuffe") als ein regenerirtes Tuffgestein angeführt und die Ansicht von **Emmrich** darüber erwähnt.

2. Am Pizberg zwischen Corfara und St. Cassian, eine Stunde nördlich von Stuores, fand Herr **Feuerstein** in Wien, welcher in jener Gegend mit der Landesvermessung beschäftigt war, mehrere Versteinerungen der Raibler Schichten in einem Gestein von rother Farbe, welches dem des Schlern entspricht, darunter auch einen *Ammonites Johannis Austriae.* Die Lagerungsverhältnisse sind nach der Beschreibung dieselben wie am From-Bach.

3. Bei S. Leonhard. **Klipstein** beschreibt (Oestl. Alpen, S. 265) „aus den unteren Schichten der Gebirgsfolge, welche sich auf der rechten Seite des Abteithales von S. Leonhard aus gegen den Fuss der hohen Kalkwände des Heiligenkreuzkofls herauf erhebt", eine Bivalve, welche er *Unio? problematicus* nennt und Tab. XVII, Fig. 25 ab, abbildet. **Hauer** erkannte später diese Form als eine Cardinia und beschrieb sie als *Cardinia problematica Klipst. sp.* nach einem Exemplar aus den Raibler Schichten von Raibl selbst. Später fanden wir sie an mehreren Orten in den Raibler Schichten in Nord-Tyrol und man darf sie wol als leitend für dieselben annehmen. Es würden alsdann bei St. Leonhard Raibler Schichten anstehen, welche ihr Niveau unmittelbar über den Tuffen mit den St. Cassian-Schichten haben.

Alle genannten Fundorte der Raibler Schichten liegen in dem durch das Vorhandensein der Tuffe charakterisirten Gebiet. Ausserhalb desselben war es mir nicht möglich, eine sichere Spur von ihnen zu entdecken.

Was die Fauna der Raibler Schichten in Süd-Tyrol betrifft, so ist zunächst zu bemerken, dass sie an verschiedenen Fundorten grosse Unterschiede zeigt und nur wenige der sehr zahlreichen Formen mit schon beschriebenen übereinstimmen. Der Schlern ist überaus reich an Gastropoden und kann mithin als eine von allen bekannten abweichende Facies betrachtet werden, da Herrn v. **Hauer** nur drei unbestimmbare Arten von Raibl bekannt waren [1]); die thurmförmigen Arten erreichen eine so bedeutende Grösse, wie sie kaum bei irgend einer bekannten Schnecke vorkommt. Auch Wirbelthierreste fand ich auf dem Schlern. — Noch reicher, aber zum Sammeln weniger geeignet ist der Fundort am Frombach. Die Gastropodenfauna beschränkt sich auf eine sehr grosse, dickschalige, noch unbeschriebene *Natica*, von der Herr Beneficiat **Clara** in St. Michael einige Exemplare besitzt und welche dem Schlern fehlt. Bestimmbar waren folgende Arten:

Ammonites Johannis Austriae Klipst. sp. Das einzige mir bekannte, sehr ausgezeichnete Exemplar ist das eben erwähnte, welches Herr **Feuerstein** am Pizberg bei Corfara in rothen Schichten fand. Herr **Arnold Escher v. d. Linth** hat die Art in den Raibler Schichten von Raibl selbst gesammelt [2]). Es scheint nach dem, was ich bei der Fauna von Sanct Cassian anführte, dass die Art vielmehr den Raibler Schichten als den Cassianer angehört.

Ein *Ammon. globosus* soll auch von Herrn **Clara** am Frombach gefunden worden sein.

Chemnitzia alpina Eichw. sp. (*Murchisonia? alpina Eichw. Nouv. mém. de la Soc. Imp. d. Nat. de Moscou* 1851. Bd. IX. S. 125 und 155. Tab. I. Fig. 5.) — Diese durch ihre bedeutenden Dimensionen ausgezeichnete Schnecke ist charakteristisch für den Schlern. Sie erreicht 12—18″ Länge bei 4—5″ Durchmesser der letzten Windung; doch lassen einzelne Bruchstücke auf noch beträchtlichere Grösse schliessen. Auf ihre Aehnlichkeit mit der später aufgestellten Art *Chemnitzia Rosthorni Hörn.* [3]) weist Herr Dr. **Hörnes** selbst schon hin. Erst ein vollständigeres Material von beiden Arten wird entscheiden lassen können, ob der ältere (**Eichwald**'sche) Name für beide Formen beizubehalten sei, oder ob die äusseren Unterschiede bedeutend genug sind, um auch weiterhin die Trennung der beiden Namen für die Art aus dem Esino-Dolomit von Unterpetzen und für die aus den Raibler Schichten des Schlern stammende beizubehalten.

Alle anderen Gastropodenarten des Schlern sind noch unbeschrieben. Die meisten sind lang-thurmförmig, bleiben aber klein; sie lassen sich als *Turritellen* und *Chemnitzien* (eine derselben ist der *Chemnitzia tumida Hörn.* aus dem Hallstätter Kalk Nord-Tyrols ähnlich) deuten. Ferner sind wenigstens vier äusserst charakteristische kleine *Natica*- und *Naticella*-Arten vorhanden. Am Frombach findet sich ausser der vorgenannten grossen *Natica* nur noch eine kleine, lang-thurmförmige Schnecke.

Cardinia problematica Klipst. sp. (Unio? problematicus. **Klipstein**, Oestl. Alpen, S. 265. Tab. XVII. Fig. 25 ab. — *Cardinia problematica.* **Hauer**, Wien. Sitzungsber. Bd. XXIV. S. 547. Tab. I. Fig. 7—9.) — Ausser dem von **Klipstein** beschriebenen Vorkommen ist zu erwähnen, dass auch **Eichwald** die Art anführt als „aus einem dunkelgrünen, fast körnigen Kalksteine in der Nähe von Castelrutt" stammend. Da er den Fundort nicht selbst besucht hat, so lässt sich nur allgemein folgern, dass die

[1]) a. a. O. S. 9.
[2]) Angeführt von **Hauer** a. a. O. S. 9.
[3]) Neue Gastropoden aus d. östl. Alpen. — Denkschr. d. Wien. Ak., math.-nat. Kl. Bd. X. S. 176. T. I. Fig. 5. 1855.



Seisser Alp verstanden sein mag; wahrscheinlich gehören die Schichten dem Complex derer am Frombach an. Sehr häufig fanden Herr **Arnold Escher v. d. Linth**, Herr **Franz Ritter v. Hauer** und ich die in Rede stehende Bivalve im Sommer 1857 in Nord-Tyrol, besonders am Uebergang von Grabach nach Zürss an der Grenze Vorarlbergs, ferner in der Gegend des Achenthales, im Kaisergebirge und an vielen anderen Orten, in Schichten, welche den Raibler Schichten der Süd-Alpen parallel stehen [1]).

Pachycardia rugosa Hau. (**v. Hauer**, Wien. Sitzungsber. Bd. XXIV. S. 548. T. II. Fig. 1—10). — Diese ausgezeichnete Art erfüllt die Conglomeratbank am Frombach in unzähligen Exemplaren; auch auf dem Schlern ist sie häufig. Am Frombach zeichnet sie sich durch eine ungemein dicke Schale aus, deren sie bei der heftigen Bewegung des Wassers während der Ablagerung der regenerirten Tuffconglomerate bedurfte; die Form ist sehr gedrungen und entspricht den Abbildungen Fig. 8—9. Auf dem Schlern tritt die gleiche Art weit dünnschaliger und grösser auf.

Myophoria Kefersteinii Münst. sp. Herr **v. Hauer** hat in seiner mehrfach erwähnten Abhandlung die weite Verbreitung dieser auch aus tieferem Niveau bekannten, aber doch erst in den Raibler Schichten charakteristisch auftretenden Art auseinandergesetzt. In Süd-Tyrol findet sie sich am Schlern, von wo sie zuerst **Eichwald** unter der Benennung *Lyrodon Okeni* [2]) erwähnt; ferner fand ich sie in dem weissen kalkigen Sandstein der Raibler Schichten am Set Sass.

Myophoria elongata Hau. (**Hauer**, Wien. Sitzungsber. XXIV. S. 559. T. III. Fig. 6—9). — Häufig in den rothen Schichten des Schlern.

Pecten sp. — Der Abdruck der Innenseite einer Schale. Die Gestalt deutet auf Aehnlichkeit mit *Pecten filosus Hau.* (Wiener Sitzungsber. XXIV. S. 566. T. VI. Fig. 13—16). Am Frombach auf der Seisser Alp.

Es fehlen also von Zweischalern einige der am meisten charakteristischen Arten, wie *Corbula Rosthorni Boué*, die in Nord-Tyrol sehr verbreitete *Corbis Mellingi Hau.*, ferner *Myophoria Whatleyae Buch. sp.* Dagegen finden sich mehrere noch unbeschriebene Formen, unter ihnen besonders kleine Zweimuskler, auch ein *Mytilus* auf dem Schlern und eine grosse *Ostrea* am Frombach.

Aus den wenigen hier angeführten Versteinerungen ergibt es sich bereits klar, dass, wenn man von den vereinzelt aufgefundenen Arten am Set Sass, bei Sanct Leonhard und bei Corfara absteht, sich wesentlich zwei Facies der Fauna der Raibler Schichten unterscheiden lassen, deren jede nur Einen Fundort hat, eine auf der Höhe des Schlern, die andere am Frombach auf der Seisser Alp. Der letztere Fundort ist durch einige äusserst dickschalige grosse Schalthiere charakterisirt, durch *Pachycardia rugosa* von der dickschaligsten Varietät, grosse Austern und eine *Natica* von seltenen Dimensionen; bis jetzt vertritt sie allein die Gastropoden. Die Fauna in den rothen Schichten des Schlern hingegen zeigt wesentlich eine Gastropoden-Fauna, welche allen bisher bekannten Fundorten der Raibler Schichten fehlt, daneben eine grosse Anzahl charakteristischer Zweischaler und grossentheils ein Gestein, welches ganz und gar aus kleinen Fragmenten der verschiedenartigsten Kalkgehäuse besteht. Es fehlen hier oben, wie bisher in allen bekannten parallelen Schichten, *Brachiopoden* ganz und gar; von *Cephalopoden* bemerkte ich keine Spur, von *Echinodermen* nur einige Trümmer, von *Crinoideen* nichts. Dagegen finden sich hier viele *Korallen*. Kaum könnten an irgend einem Orte die Verhältnisse, unter denen die Fauna gelebt hat und die Schichten sich niederschlugen, mit grösserer Klarheit angedeutet sein. Ich komme später darauf zurück.

---

[1]) Ausführlicher in meiner Beschreibung der Kalkalpen von Vorarlberg und Nord-Tyrol. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1859. Hft. 1.

[2]) *Mém. de la Soc. des Naturalistes de Moscou* IX. 1851. S. 126. T. I. Fig. 6.

Einen grossen Unterschied bieten die Raibler Schichten von Süd-Tyrol namentlich von denen bei Raibl selbst. Von den Fischen und *Crustaceen*, welche dort die Flächen der schlammigen Niederschläge bedecken, ist hier nichts zu sehen. Dort ist der Charakter einer Strandfauna an einem klippenlosen Ufer, hier haben wir ein tiefes, klippenreiches Meer vor uns.

c. Lias und Jura.

12. Schichten von Heiligen-Kreuz.

Bei St. Leonhard im Enneberg bestehen die beiderseitigen sanft gewölbten Thalwände bis zu einer Höhe von 2000′ aus Sedimentärtuffen mit Cassian-Einlagerungen. Gerade dort, wo die Wölbung die Höhe des Tuffplateau's von St. Cassian erreicht, erheben sich beiderseits senkrechte, mehrere tausend Fuss hohe Mauern, die aber nicht die vielgespaltenen Formen des Schlern-Dolomits, wie man wegen der analogen Lagerung annehmen sollte, besitzen, sondern bis zur Höhe des Plateau's, welches jeden der beiden Abhänge krönt, geschichtet sind. Die Schichten sind in horizontalen Linien von dem senkrechten Absturz durchschnitten, wodurch das Mauerförmige beider Gebirge noch mehr hervortritt. Weithin begleiten sie auf beiden Seiten das Gaderthal, aber stets lassen sie die untersten sanften Gehänge den Tuffen.

Dort, wo auf der rechten Thalseite die Mauer des Heil.-Kreuz-Kofls sich aus den wiesenbedeckten Gehängen erhebt, steht noch auf letzteren die Wallfahrtskirche zum heiligen Kreuz in 6485′ Höhe (Trinker), mehr als 2000′ über der Thalsohle von Sanct Leonhard. Hier schiebt sich zwischen die Tuffe mit St. Cassian-Versteinerungen und die Kalke des Heiligen-Kreuz-Kofls ein System von fremdartigen Schichten ein, welches eine höchst eigenthümliche, von allen in Tyrol bekannten abweichende Fauna enthält. Nicht eine einzige Art von hier wurde anderswo wiedergefunden, weder innerhalb noch ausserhalb der Alpen. Die Lagerungsverhältnisse sind daher hier von grösserer Wichtigkeit als an irgend einem anderen Orte; sie allein können Aufschluss über die Stellung des merkwürdigen Systems geben.

Wissmann gab den Schichten von Heiligen-Kreuz ihren Namen und lehrte sie als ein besonderes Glied in der Reihe der alpinen Formationen kennen, ohne ihnen einen Platz anzuweisen [1]). **Klipstein** [2]) weist mit Recht darauf hin, dass die Formen der Versteinerungen einigermassen auf tertiäre Typen hindeuten, lässt es aber dahingestellt, ob die Schichten wirklich tertiär oder vielleicht doch in die Nähe des Niveau's der St. Cassian-Formation zu stellen seien. **Eichwald** rechnet sie der letzteren zu, und zwar auf Grund eines Verzeichnisses von Versteinerungen [3]), welches allerdings eine nicht unbedeutende Anzahl von St. Cassian-Versteinerungen enthält. Ich habe bereits oben darauf hingewiesen, dass der Zusammenstellung von Arten aus beiden Formationen eine Vermengung der Versteinerungen zu Grunde liegt.

Was die Schichtenfolge betrifft, so besteht der ganze Abhang von St. Leonhard herauf aus Tuffen mit Einlagerungen von St. Cassian-Schichten. Noch in dem Bach, der wenige Schritte südlich von der Kirche aus dem Geröll entspringt, sind am rechten Ufer unweit des Ursprungs die echten Tuffschichten entblösst. Darüber folgt mit gleicher Fallrichtung und gleichem Fallwinkel:

1) Feinkörniger, graulichweisser, dickgeschichteter Sandstein ohne organische Reste; die Grenze gegen die Tuffe ist durch Trümmer verdeckt. Dieser Sandstein erinnert auffallend an den der *Raibler Schichten* vom Pordoi und Set Sass. 25′.

---

1) Graf Münster, Beiträge, IV. S. 19.
2) Oestliche Alpen, S. 61 u. 62.
3) Ausflug nach Tyrol, S. 119.

2) Eine Dolomitbank mit Bitterspathkrystallen auf den Klüften. 20'.

3) Wechsel von a) grauen Kalksteinen mit wulstiger Oberfläche, b) gelbem mergeligen Kalkstein, ähnlich dem von St. Cassian, aber nicht oolithisch, c) gelbem Sandstein, d) weichen, schwärzlichen, zerfallenden Schiefern. Gesammtmächtigkeit 30'.

Aus diesen Schichten stammen die Versteinerungen von Heiligen-Kreuz; sie wittern heraus und sind besonders häufig an einer kleinen Lähne bei dem Hause des Messners.

4) Dickgeschichteter, röthlicher Kalk, splitterig, sehr hart, versteinerungslos.

5) Rother, grobkörniger Sandstein mit vielen Einschlüssen von verkohltem Holz. Dicke Schichten wechseln mit dünnen Zwischenlagen, die fast nur aus Versteinerungen, und zwar ausschliesslich unbestimmten und wenig charakteristischen Formen von *Monomyariern,* bestehen (*Ostrea, Avicula, Mytilus* u. s. w.). Diese Zwischenschichten enthalten (vielleicht thierische) Glanzkohle und sind meist schwarz gefärbt; sie erinnern durch die Menge grosser Muschelschalen an den Bleiberger Muschelmarmor.

6) Kalkstein des Heiligen-Kreuz-Kofls, mehrere tausend Fuss mächtig. Ich fand darin keine bekannte Versteinerung; doch beschreibt **Klipstein** von hier Steinkerne einer Bivalve, welche nur der *Megalodon triqueter Wulf. sp.* des Set Sass sein kann.

Dieses Profil lehrt also, da keine einzige Versteinerung einen sicheren Anhalt gibt, in Bezug auf die stratigraphische Stellung des Systems nur, dass die Schichten von Heiligen-Kreuz (alle Versteinerungen, welche **Wissmann** daraus beschrieb, stammen aus Nr. 3) über denen von Sanct Cassian lagern. Kein einziges der vielen ausgezeichneten Profile zwischen dieser Formation und den bedeckenden Kalken hat ähnliche Schichten aufzuweisen, sie sind durchaus isolirt; sie ziehen noch etwas nach Süden fort, verschwinden aber da unter Dolomitgeröll, um nicht wieder zum Vorschein zu kommen.

Am nächsten liegt es, die Schichten von Heiligen-Kreuz für eine höhere Sanct Cassian-Etage mit veränderter Facies zu halten, da in der That auf den ersten Blick die kleinen zierlichen Conchylien eine gewisse Aehnlichkeit mit denen von Sanct Cassian haben. Allein es scheint richtiger, sie ganz und gar aus der Reihe der Triasgebilde [1]) zu streichen. Der Grund liegt einerseits in der ungemein vollständigen Entwickelung, welche die Trias ein wenig weiter südlich zeigt und welche gar keine Analogie mit der von Heiligen-Kreuz besitzt. Beide, St. Cassianer und Raibler Schichten, über denen man in den Alpen kein Triasglied mehr kennt, treten so ungemein reich an Versteinerungen in unserer Gegend auf. Wären die Schichten von Heiligen-Kreuz einem jener beiden Systeme zu parallelisiren, so müsste wenigstens irgend eine Analogie in den Faunen stattfinden, allein nicht eine einzige Art von Heiligen-Kreuz ist einer Triasform zu identificiren.

Ein weiterer Grund, die Heiligen-Kreuz-Schichten über die Raibler zu stellen, liegt in der Gesteinsfolge des obigen Profils, wenn man sie in ihrem Fortstreichen verfolgt. Die unterste Schicht (Nr. 1), welche den Tuffen unmittelbar auflagert, gleicht den Raibler Schichten des Set Sass so sehr, dass man geneigt ist, sie ohne Weiteres zu vereinigen, um so mehr, als wir den Schlern-Dolomit schon mehrfach als eine locale, an vielen Stellen fehlende, Bildung kennen lernten, als ferner jene weissen, zelligen und lockeren dolomitischen Sandsteine ungemein charakteristisch sind und in der ganzen Gesteinsfolge von Süd-Tyrol nicht wiederkehren, als ferner **Klipstein** an dem Abhange die *Cardinia problematica Kl. sp.* der Raibler Schichten gefunden hat und endlich der hangende, 30' mächtige Dolomit (Nr. 2) dem vom

---

[1]) Mit der von Herrn v. **Hauer** aufgestellten und in dieser Abhandlung festgehaltenen oberen Begrenzung unter den Schichten mit der Dachstein-Bivalve.

Gipfel des Schlern und vom Set Sass entspricht. Auch dieser Dolomit ist sehr charakteristisch und kann nicht leicht mit irgend einem aus einem anderen Niveau verwechselt werden.

Wir erhalten somit von St. Leonhard über Heiligen-Kreuz nach dem Heiligen-Kreuz-Kofl hinauf folgende Schichtenfolge:

1) Tuffe mit St. Cassian-Versteinerungen;
2) *Cardinia problematica;*
3) weissen dolomitischen Sandstein der Raibler Schichten;
4) geschichteten Dolomit, 30′;
5) Versteinerungen von Heiligen-Kreuz;
6) Dolomit und
7) Kalkstein des Heiligen-Kreuz-Kofls, beide wahrscheinlich die Dachstein-Bivalve führend.

Weiter südlich, am Uebergang von Buchenstein nach St. Cassian, gestaltet sich das Profil in folgender Weise:

1) Tuffe mit St. Cassian-Versteinerungen;
2) Schlern-Dolomit;
3) Raibler Schichten (weisser dolomitischer Sandstein);
4) geschichteter Dolomit mit der Dachstein-Bivalve, mehrere hundert Fuss mächtig;
5) Dolomit der Valparola, wahrscheinlich entsprechend dem Nr. 6 des vorigen Profils;
6) Kalkstein des Lagazuoi, identisch mit dem des Heiligen-Kreuz-Kofls.

Ein Vergleich dieser beiden Profile, deren letzteres ungefähr drei Stunden südlich vom erstern an derselben Thalwand genommen ist, zeigt besonders zwei Hauptunterschiede. Der erste besteht in dem Vorkommen des Schlern-Dolomits im Süden zwischen St. Cassianer und Raibler Schichten und dem gänzlichen Fehlen desselben bei Heiligen-Kreuz; diese Thatsache seines schroffen Auftretens habe ich bereits von mehreren Orten anzuführen Gelegenheit gehabt. Der zweite wesentliche Unterschied besteht darin, dass der geschichtete Dolomit über den Raibler Schichten im Süden mehrere hundert Fuss mächtig ist, während er im Norden mehr untergeordnet auftritt und dafür hier sich der Wechsel der Schichten mit den Versteinerungen von Heiligen-Kreuz einschiebt.

Da nun der Dolomit der Valparola und Nr. 6 des ersten Profils ihrem Liegenden ganz conform und ohne alle Störung aufgelagert sind und an beiden Orten in sehr bedeutender Mächtigkeit Kalke mit der Dachstein-Bivalve und in hoch darüber liegenden, aber regelmässig aufgelagerten Schichten Jurakalke folgen, so scheint sich mit Bestimmtheit zu ergeben, dass die versteinerungsführenden Schichten von Heiligen-Kreuz einen Theil des südlicheren Dolomits mit *Megalodon triqueter* vertreten und somit eines der vielen den Dachsteinkalken local eingelagerten, durch besondere Faunen charakterisirten Schichtensysteme sind. Starhemberg-, Kössener, Gresthener und Adnether Schichten [1]) sind die vier Etagen, resp. Facies, welche in den Nord-Alpen als dem Complex der Dachsteinkalke angehörig unterschieden wurden. Auch in den Süd-Alpen wurden dieselben nachgewiesen, aber weit weniger charakteristisch ausgebildet. Kann es schon aus diesem Grunde weniger auffallend erscheinen, dass keine der Arten von Heiligen-Kreuz mit einer aus jenen Schichten der Nord-Alpen identisch ist, so erklärt sich die Verschiedenheit noch einfacher durch den Umstand, dass die Fauna der Schichten von Heiligen-Kreuz einen durchaus litoralen Charakter, zum Theil sogar von Brackwassergebilden, trägt. Fügt man hierzu endlich noch den Umstand, dass die Pe-

[1]) Vgl. Fr. v. Hauer, Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde u. s. w. — Jahrb. der geol. Reichsanst. 1853. S. 715 ff.

riode der gewaltigen vulkanischen Katastrophen in Süd-Tyrol eben vorüber war, dass die Folgen derselben (Gasexhalationen, Zersetzung der Tuffe u. s. w.) besondere Lebensbedingungen hervorrufen mussten und dass die genannte Fauna sich bei ununterbrochener Meeresbedeckung aus dem Formenreichthum von St. Cassian entwickelte, so kann der gänzlich von anderen Liasfaunen abweichende Charakter nicht mehr befremden. Die Fauna von Heiligen-Kreuz scheint somit eine Litoralfauna der Periode der Dachsteinkalke zu sein. Alle Thiere derselben lebten nur an dem schlammigen Ufer, das Meer nahm gegen Süden schnell an Tiefe zu, und hier lebte nur *Megalodon triqueter*.

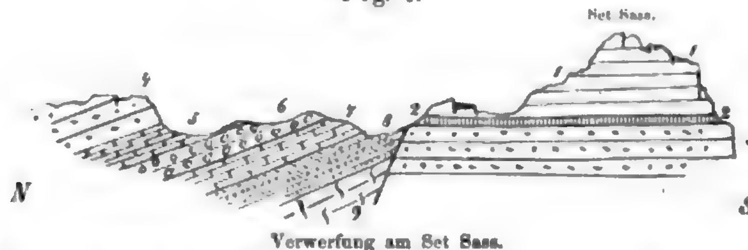
Man könnte als Beweis gegen diese letztere Ansicht anführen, dass die Meereshöhe der Dachsteinkalke am Set Sass und am Fusse der Valparola der der Schichten von Heiligen-Kreuz gleich ist, daher die Annahme der grösseren Tiefe unstatthaft; allein es ist nicht zu übersehen, dass alle jene Dachsteinkalke mit nicht unbedeutender Neigung gegen das söhlig lagernde Litoralgebilde einfallen, also aus tieferem Niveau zu gleicher Meereshöhe gehoben wurden.

13. Dachstein-Kalk und -Dolomit.

Der Gipfel des Set Sass oder Puders [1]) wird von einem wohlgeschichteten grauen Dolomit gebildet, dessen colossale, geradgestreckte, zerklüftete Platten nach Norden fallen. Das Gestein zeichnet sich, besonders in den höchsten Schichten, welche am Gipfel anstehen und von hier als eine einzige abschüssige Platte den ganzen Nordabhang bilden, durch eine ausgezeichnet oolithische Structur aus, so zwar, dass die Oolithkörner, welche 4—5‴ im Durchmesser haben, von einander getrennt, dem dolomitischen Kalkstein inneliegen. Dieses Verhalten gibt auf den ersten Anblick den Körnern das Aussehen von Nummuliten, daher sie auch schon für solche gehalten worden sind [2]). Indess ist die concentrische Anordnung der Kalklamellen leicht zu erkennen. Zahlreiche Dachstein-Bivalven (*Megalodon triqueter Wulf. sp.*), deren ich eine auf der höchsten Spitze und unzählige andere in tieferem Niveau fand, charakterisiren das Gestein als Dachsteinkalk.

Der Schichtenverband, in welchem am Set Sass der Dachstein-Dolomit auftritt, wird durch mehrere Verwerfungsspalten, welche bereits **Cotta** beobachtete, etwas unklar. Wegen starken Regenwetters musste ich meine Untersuchungen an diesem interessanten Berge einschränken und theile hier nur eine Skizze eines kleinen Theils des nach Norden gerichteten Kalkgrates mit, von der Uebergangsstelle aus dem Chiumena-Thal nach Cherz. Der nördliche Theil hat gegen den südlichen eine von Ost nach West streichende Verwerfung erfahren. Dennoch ist die Schichtfolge leicht zu entziffern; sie hat besonders Interesse durch die Art der Verbindung von Raibler Schichten und Dachsteinkalk.

Fig. 1.



Verwerfung am Set Sass.

[1]) Die meisten Berge der Gegend führen mehrere Namen, besonders wenn sie zwei Thäler beherrschen. Set Sass ist von der Seite des Livinallongo der Name für denselben Berg, welcher in St. Cassian als Puders bezeichnet wird.

[2]) B. Cotta, Briefe aus den Alpen, S. 180.

1. Dolomit mit oolithischen Einschlüssen und *Megalodon triqueter.*
2. Rothe dolomitische Conglomeratbank.
3. Dolomit mit Bohnerz.
4. Dolomit mit Bohnerz und *Megalodon triqueter.*
5. Mergeliger Kalkstein.
6. Sphärosideritlager (welches das Erz zur früheren Eisenschmelze im Chinmena-Thal lieferte).
7. Mergeliger Kalkstein.
8. Graulichweisser dolomitischer und brauner eisenschüssiger Sandstein mit *Myophoria Kefersteinii.*
9. Dolomit, weiss, krystallinisch, ungeschichtet.

Folgende Erklärung der einzelnen Schichtglieder scheint wol zweifellos zu sein:

a) Schichten von St. Cassian (am Fusse des Berges).

b) Schlern-Dolomit (9).

c) Raibler Schichten (8, 7, 6, 5); sie sind durch Eisengehalt ausgezeichnet, wie am Schlern, aber dasselbe ist nicht rothes Färbungsmittel.

d) Dachstein-Dolomit (4, 3, 2, 1), zum Theil Aequivalent der Schichten von Heil.-Kreuz.

Vom Gipfel des Set Sass zweigt sich ausser dem beschriebenen nördlichen Grat noch ein zweiter östlich ab, welcher von den hangenden Schichten gebildet wird; es folgt:

e) Dolomit der Valparola.

f) Kalkstein des Fanis und Lagazuoi.

Was die Verbreitung der Schichten mit *Megalodon triqueter* betrifft, so sind sie in dem gesammten westlichen und südlichen Gebiet der Karte ausgeschlossen, da dort überall ältere Schichten nachweisbar anstehen. Für einen grossen Theil der südlichen Gebirge wurde im Obigen zur Altersbestimmung der Umstand benutzt, dass keine nachweisbare Liasschicht von Gängen eines Eruptivgesteins durchsetzt wird, letztere aber in jenen Kalkgebirgen bis zu den höchsten Gipfeln auftreten. An der Mendola scheint Dachsteinkalk ebenfalls zu fehlen; der westlichste Ort, wo er erscheint, ist der Schlern; es kommen zwar in den Dolomiten und Kalken, welche hier in geringer Mächtigkeit die Raibler Schichten überlagern, keine Dachstein-Bivalven vor, aber ausser der völligen Identität des Gesteins mit dem des Set Sass führt dasselbe auch die charakteristischen Einschlüsse von Bohnerz und den oolithischen Kalkconcretionen wie dort. Das Gebilde wächst bedeutend an Mächtigkeit in den geschichteten Kalkmassen, welche den oberen Theil des Pordoi-Gebirges mit seinen pyramidenförmigen Gipfeln bilden, und nimmt am Guerdenazza mehr und mehr zu. Dachstein-Bivalven kommen zwar hier nicht vor, aber die Zwischenlagerung der Raibler Schichten lässt keinen Zweifel über die Richtigkeit der Formationsbestimmung. Schwieriger werden die Verhältnisse im nördlichen Theile des Guerdenazza-Gebirges und ganz besonders am Peutler Kofl. Die grosse Ausdehnung des Dachsteinkalkes, wie ich sie in diesen Gebirgen auf der Karte angegeben habe, ist keineswegs als sicher zu betrachten. Geissler Spitzen und Ruefen-Berg bestehen aus dem weissen, drusigen, krystallinischen Dolomit, wie er den Mendola- und Schlern-Schichten eigenthümlich ist. Da aber derselbe Dolomit auch am Fusse des Heiligen-Kreuz-Kofls im Niveau über den Raibler Schichten auftritt und weiter nordöstlich an den Gebirgen bei Sanct Vigil (Hoch-Alpe, Drei-Finger-Spitz u. s. w.), so scheint dies kein Grund gegen die Einreihung jener Gebilde zum Lias. Raibler Schichten aber beobachtete ich am Peutler Kofl gar nicht.

Oestlich vom Gaderthal kommt der Dachsteinkalk mit seinen zugehörigen Dolomiten mehr und mehr zur Entwickelung und baut sich in mächtigen Wänden auf. Hier liess sich die Formationsbestimmung mit hinreichender Sicherheit für die tieferen Theile durchführen. Die Bezeichnung der Kalke in

dem wilden Gebirge östlich von Paneveggio, Cismone-Thal und Primiero als Lias habe ich nach den Angaben der Herren Foetterle und Wolf ausgeführt. — Mehr und mehr wächst die Bedeutung der Dachsteinkalke in den Venetianer Alpen, wo sie die massiven Colosse des Monte Antelao, Monte Pelmo, des Civitá, der Rocchetta u. s. w. zusammensetzen. Auch hier ist die Bestimmung vollkommen sicher. Bekannt sind besonders die grossen Durchschnitte des *Megalodon triqueter* vom Antelao, westlich von Pieve di Cadore im Venetianischen, welche zuerst Brocchi kennen lehrte [1]) und später auch Catullo beschrieb [2]), ferner die in dem erzführenden Kalksteine vom Bleiberg vorkommenden, welche Wulfen [3]) beschrieben wurden und den Namen veranlassten [4]).

14. Obere Lias(?) und Jura.

a. Dolomit der Valparola (?).
b. Kalkstein von Fanis.
c. Diphyakalk von Peutelstein.

Westlich vom Gaderthal schliesst der Alpenkalk mit den Dachsteinschichten; östlich dehnen sich die Ampezzaner Alpen mit überaus mächtigen Systemen verschiedener Kalke aus, denen erst eine spätere Specialuntersuchung des wildzerrissenen, grossartigen Gebirgslandes ihr genaues Niveau anweisen wird. Sie liegen bereits ausserhalb des hier genauer beschriebenen Gebietes und wurden von mir nur flüchtig durchstreift. Bei dem fast gänzlichen Mangel an Petrefacten gelang es mir nur festzusetzen, dass die Hauptmasse jener Kalke jünger ist, als der Lias-Dolomit des Set Sass. Auch scheint es, dass sich im Allgemeinen die genannten drei Abtheilungen unterscheiden lassen. Allein die Verhältnisse an der Valparola wurden mir nicht vollständig klar, und da ich die Verwerfungen in diesem Gebirgsstock nicht genau verfolgt habe, so ist es wohl möglich, dass das als *„Dolomit der Valparola"* bezeichnete Gestein, welches mir unmittelbar auf die deutlich geschichteten, in den unteren Theilen Eisenerze, insbesondere Bohnerz führenden Dachstein-Dolomite des Set Sass zu folgen schien, doch dem Schlern-Dolomit angehört; es ist, gleich diesem, weiss, krystallinisch, drusig und dickbankig und überhaupt petrographisch nicht zu unterscheiden. Sollte es aber wirklich über dem Set-Sass-Dolomit lagern, so wären ihm die Dolomite am Fusse des Heil.-Kreuz-Kofls und am Drei-Finger-Spitz parallel zu stellen und alle als eine höhere Abtheilung des Dachsteinkalkes zu betrachten.

Der *Kalkstein von Fanis* ist das eigentlich gebirgsbildende Glied der Ampezzaner Alpen. Er bildet den grössten Theil der pittoresken Bergmassen des Monte Nuvulau, Lagazuoi, Vallon blanch, Crepa di rudo, ferner den grossartigen Felsenkessel der hochgelegenen Fanis-Alpe, der von der Stiga-Spitz, dem Fanisberg, Verella, Heiligen-Kreuz-Kofl und Eisengabel amphitheatralisch umragt wird, ferner den Paresberg, Monte Sella, Col dai Latsch, den Drei-Finger-Spitz, die Hoch-Alpe, den Rauh-Kogl und den höchsten der hiesigen Berge, den Seekopf. Je weiter gegen Osten, desto bedeutender wird die Entwickelung dieses Kalksteins, durch dessen Felsenlabyrinth die ihrer grossartigen Engen und ihrer wildzerrissenen Steilwände wegen berühmte Ampezzaner Strasse führt.

Die obere Grenze dieses Kalksteins ist durch das Vorkommen rother Jurakalke mit *Ter. diphya* gegeben. Er selbst aber ist durch kein entscheidendes Merkmal einem bestimmten Niveau einzureihen. Da er indessen conform mit dem Dachstein-Dolomit und ebenso mit den Diphyakalken gelagert ist, so

[1]) *Biblioteca Italiana.* 1822. Bd. XXV. S. 279.
[2]) *Saggio di Zoologia fossile*, S. 140. Taf. I. Fig. D, E, F, und Taf. II. Fig. A, a.
[3]) Ueber den kärnthnerischen pfauenschweifigen Helmintholith, Tab. II.
[4]) Vgl. v. Hauer im Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt. 1853. S. 731. Danach die drei vorhergehenden Citate.

lässt sich hieraus der Schluss ziehen, dass die Kalke der Fanis-Alp die ganze Lücke zwischen jenen zwei Formationen ausfüllen, mithin dem oberen Lias und braunen Jura entsprechen. Vielleicht auch gehören sie noch ganz und gar dem System der Schichten mit *Megalodon triqueter* an. Von Versteinerungen fand ich in der mehrere tausend Fuss mächtigen Folge von Kalken nichts als eine echte *Terebratula*, welche unweit der Scharte, durch welche man von der Fanis-Alp nach Sanct Cassian herabsteigt, eine kaum 2—3′ mächtige Schicht ganz und gar erfüllt; trotz der ungeheueren Menge, in der sie auftritt, ist sie nach der Untersuchung von Herrn **Suess** mit keiner bekannten Art identisch und muss als neu aufgestellt werden. Indess sind späterer Untersuchung weitere Anhaltspunkte vorbehalten, da mir von grossen Schnecken erzählt wurde, deren Durchschnitte an einer Felswand bei der Fanis-Alp sichtbar seien.

Was endlich die *Diphya-Kalke* von Peutelstein an der Ampezzaner Strasse betrifft, so scheint es, dass dieselben eine grosse Verbreitung in den Ampezzaner Alpen haben. Bergrath **Foetterle** fand viele Bruchstücke des bekannten rothen Kalksteins, welche in den bei Peutelstein sich strahlenförmig vereinigenden Thälern der Kalkgebirge herabgeführt werden. Einige Versteinerungen bestimmten das Alter derselben als parallel den Diphya-Kalken von Trient, also als obersten Theil des braunen Jura. Einzelne Namen der gegen das Enneberg hin gelegenen Berge, wie Campo rosso, Rothwand u. s. w., bezeichnen hinlänglich, welch' wichtiges Glied dieser rothe Kalkstein im Baue der hohen Gebirge der Ampezzaner Alpen sein muss. Auch am Monte Tofana, am Vallon blanch und am Lagazuoi scheinen bereits die Diphya-Kalke vorzukommen. Jenseits Cortina d'Ampezzo hat sie Bergrath **Foetterle** mehrfach beobachtet. Bei dem Ort selbst werden sie vielfach als Chausseesteine und zum Bauen benutzt.

Hiermit schliesst die Reihe der Formationen, welche an der Zusammensetzung der reichgegliederten Kalk-Alpen der Umgegend von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alp theilnehmen. Die Grenzen der jüngeren Schichten schreiten mehr und mehr nach Osten und Süden vor. Nach diesen beiden Richtungen folgen bald die Gebiete von oberem Jura, Kreide- und Eocänformation, welche in dem hier behandelten Theil von Süd-Tyrol fehlen.

d. Jüngere Formationen.

15. Miocängebilde.

An einigen Orten des Avisio-Flussgebietes finden sich grobe Conglomerate, welche aus Bruchstücken aller vorherbeschriebenen Formationen bestehen, so weit sie im Fassa- und Fleimsthal auftreten. Bereits mehrfach wurden diese horizontal gelagerten Conglomeratbänke von Cembra beschrieben, wo sie eine Erweiterung des Avisio-Thales ausfüllen und als Diluvium galten. Dieses Vorkommen ist mir nicht bekannt, doch dürfte es vollkommen identisch mit zwei anderen Conglomeratablagerungen sein, wovon die eine den weiten Thalboden und die tiefsten Gehänge bei Vigo, die andere den fruchtbaren Boden der schönen Alpe Bellamonte östlich von Predazzo bildet. Die Bänke stufen sich terrassenförmig ab, dort nach dem Avisio, hier nach dem Travignolo-Bach, und zuweilen sieht man in einem kleinen Abbruch einiger Schichten das Gestein ausgezeichnet entblösst. Es sind grobe Conglomerate, die eine heftige Bewegung bekunden; ihr Bindemittel ist ein thoniges Zersetzungsproduct.

Es liegt nahe, diese Gebilde für Flussanschwemmungen zu halten, welche nach Art des Diluvialschotters so hoch an den Thalwänden hinaufreichen. Ich habe sie aber vorläufig als miocän bezeichnen müssen, weil der einzige mir zu Gebote stehende Anhalt diese Formationsbestimmung verlangt. Herr **Feuerstein** in Wien brachte nämlich von seinen trigonometrischen Vermessungsreisen ein *Cardium* mit,

welches Herr Suess als *Cardium Deshayesii* erkannte und welches aus den Conglomeraten der Alpe Bellamonte stammen soll. Jedenfalls muss die Formationsbestimmung noch als durchaus unsicher gelten und weiteren Forschungen überlassen bleiben. Ich werde mich daher auch weiterhin in dieser Arbeit aller Schlussfolgerungen enthalten, welche sich daraus ergeben könnten. Der Gleichheit des Gebildes wegen habe ich die anderen Conglomeratablagerungen bei Vigo, Cembra und selbst die terrassenförmig abgestuften, mächtigen Bänke bei Vigil im Enneberg auf der Karte mit derselben Farbe wie die von Bellamonte verzeichnet, halte aber für sie das miocäne Alter für noch viel unwahrscheinlicher.

16. Fluviatiles Diluvium und Alluvium.

Den Begriff „*Diluvium*" kann man in Süd-Tyrol nicht in seiner strengen Bedeutung als die Gebilde einer bestimmten nachtertiären Periode fassen; denn diese Periode ist in den Gebirgen unseres Gebietes nicht abgegrenzt. Existirte eine miocäne Meeresbedeckung, so betraf sie doch höchstens die tiefsten Theile; existirte sie aber nicht, so war das ganze Land seit dem Ende der Trias- und Lias-Ablagerungen ununterbrochen den Einwirkungen von Flusswässern ausgesetzt. Allein ehe diese ihr Bett mit Ablagerungen ausfüllen konnten, mussten sie sich erst ein Bett schaffen, und es lässt sich leicht zeigen, dass dies lange Perioden in Anspruch nehmen musste. Dieser Process der Zerstörung und Anschwemmung dauerte ununterbrochen fort, für ihn existirte keine gesonderte Diluvialperiode. Die bedeutendsten Anhäufungen der fluviatilen Sedimente sind auf der Hochebene von Eppan und Kaltern, bei deren specieller geognostischer Beschreibung ich ausführlicher auf die Erörterung der genetischen Verhältnisse eingehen werde. Auch die zahlreichen auf den Höhen des Porphyrplateau's angegebenen Diluvien auf der Karte des montanistischen Vereins sollen dort besprochen werden. — Mit dem „Diluvium" von Brixen verhält es sich ebenso. Auch dieses gehört einer langen Anschwemmungsperiode an und ist wahrscheinlich die Ausfüllung eines Seebeckens, die später von demselben Gewässer, welches sie gebildet hatte, wieder durchnagt wurde.

Nachweisbares Diluvium ist im Gaderthal; Herr Feuerstein brachte aus einer Ablagerung in der Nähe von Piccolein einen Zahn, welchen Herr Suess als von *Equus fossilis* stammend erkannte.

Ausser diesen massenhafteren Anhäufungen in breiten Flussthälern und Seebecken sind aber erratische Urgebirgsblöcke und andere Fragmente von Gesteinen, die nicht in unmittelbarer Nachbarschaft anstehen, über das gesammte Gebiet unserer Karte bis zu einer Höhe von mehr als 5000 Fuss allgemein verbreitet. Gletscherspuren habe ich nicht daran bemerkt. Am leichtesten kenntlich sind die Blöcke von *Brixener Granit*. Man findet sie vielfach auf dem Porphyrplateau von Theiss und den Höhen über dem Kuntersweg bis nach Welschnoven und San Lugano zerstreut. Aber auch noch auf dem Tuffplateau kommen sie vor; insbesondere auf der Seisser Alpe sind sie nicht selten. Weit sparsamer sind sie in den Umgebungen von Sanct Cassian. Bei der Schmelzhütte im Chiumena-Thal oberhalb dieses Ortes steht in 5500 Fuss Höhe ein 2½ Fuss hoher zugehauener Block von Brixener Granit mit der Jahreszahl 1606, der wahrscheinlich früher als Grenzmarke diente. Auch *Gneis* und *Glimmerschiefer* sind nicht selten. Aber alle diese Urgebirgsblöcke fand ich nur von Norden her bis zur Wasserscheide des Cordevole und des Avisio; es scheint, dass die Gewässer, welche die Blöcke mit sich führten, nur bis hieher vorzudringen vermochten. Dagegen erstreckt sich ihr Verbreitungsbezirk längs der Etsch noch weit nach Süden, wo sie von Trinker beobachtet worden sind, der sie auch in einer eigenen Abhandlung beschrieben hat.

Wenden wir uns endlich zu den jüngsten Flussanschwemmungen, welche wir im Gegensatz zu den vorigen als „*Alluvium*" bezeichnen, wiewol auch sie, wie ich unten („Hochfläche von Eppan") nachzu-

weisen suchen werde, bis in die Miocänzeit hinaufreichen, in welcher ein Theil der gegenwärtigen Flussläufe gebildet wurde, so bieten sie nur einiges Interesse im Etschthal, das sie in grosser Breite erfüllen. Ich komme bei der speciellen Beschreibung näher darauf zurück. Alle andern Flussthäler im Porphyrgebiet haben keine Alluvien, sondern führen in ihrem stürmischen Lauf am Grund der engen Spalten nur Massen von Blöcken dem Hauptthal zu. Der Avisio, die Gader, der Vigiler Bach und viele andere häufen nur stellenweise, wo sich ihr Thal verbreitert, die kleinen Geschiebe an, welche sie aus ihren höheren Theilen herabführen oder von Dolomitgebirgen, die sie durchbrechen, in grosser Menge erhalten. Zersetzungsproducte und feinere mechanische Sedimente dienen dann als der Cäment, mit dem die Lücken zwischen den Geschieben ausgefüllt werden. Bei den Bächen, welche weit über die Schichten der unteren Trias fliessen, walten diese feinerdigen Niederschläge oft bedeutend vor und schaffen einen fruchtbaren, ertragreichen Thalboden.

B. Eruptivgesteine.

Granit, Quarzporphyr und basische Porphyre mit Hornblende oder Augit als wesentlichem Gemengtheil sind die vorherrschenden Glieder in der Reihe der Eruptivgesteine Süd-Tyrols. Sie bedingen wesentlich den Gebirgsbau und auf ihre Eruptionen lassen sich zum Theil die Hebungsperioden zurückführen. Allein sie bilden nur feste Mittelpunkte, um welche sich eine grosse Zahl von untergeordneten Zwischengliedern gruppiren. Alle durchsetzen sich auf das Manchfaltigste und lassen dadurch eine Altersfolge erkennen, welche allen in anderen Gegenden bekannten Gesetzen zu widersprechen und auf dem kleinen Gebiet von Süd-Tyrol eine wirre Unordnung zu begründen scheint. Doch lässt sich überall das gegenseitige Verhalten der Gesteine und ihre Rolle im Gesammtbau des Gebirges auf das Klarste erkennen und sich dadurch manche der anscheinenden geologischen Schwierigkeiten mit Leichtigkeit lösen. Diese Rolle soll als rein geologisches Princip für die Reihenfolge bei der Betrachtung der einzelnen Glieder leitend sein. Es ergibt sich danach folgende Anordnung:

1. Granit von Brixen und der Cima d'Asta.
2. Diorit.
3. Quarzporphyr.
4. Augitporphyr.
5. Melaphyr.
6. Monzonsyenit.
7. Hypersthenit des Monzoni.
8. Turmalingranit von Predazzo.
9. Feldspathporphyr.
10. Syenitporphyr.

Der erstgenannte Granit gehört mit seinem basischen Glied, dem Diorit von Klausen, einer ungleich früheren Periode an, als die gesammte nachfolgende Gesteinsreihe. In dieser steht der Quarzporphyr als ältestes Glied selbstständig für sich da. Ihm folgt das leitende Eruptivgestein während der Zeit der vulkanischen Thätigkeit in der Periode der oberen Trias: der Augitporphyr, dessen von Melaphyr begleitete Eruptionen alle späteren Gesteine überdauerten. Syenit und Hypersthenfels bilden eine untrennbare Dyas, welcher der Turmalingranit folgt. Die letzten Gänge endlich werden vom Feldspathporphyr und Syenitporphyr gebildet.

1. Granit von Brixen und der Cima d'Asta.

Die beiden weit von einander getrennten Gebiete, in denen der äusserst charakteristische Brixener Granit in Süd-Tyrol auftritt, liegen fast ganz ausserhalb der Grenzen unserer Karte. Da ich selbst die Gegend von Brixen nur flüchtig, die Cima d'Asta gar nicht besucht habe, so beschränke ich mich auf die Beschreibung der mir zu Gebote stehenden Handstücke und der überall zahlreich zerstreuten Findlinge des Gesteins, so wie auf die Resultate aus den geognostischen Angaben früherer Beobachter. Auch scheint zur Beurtheilung der eigentlichen geologischen Verhältnisse eine Vergleichung mit den Graniten aus benachbarten Theilen der Alpen von Wichtigkeit.

Der *Granit von Brixen* tritt in Form eines grossen, von WSW. nach ONO. gerichteten Ellipsoids aus dem krystallinischen Schiefer hervor. Oestlich verlängert sich dasselbe in einen schmalen Streif, der bis jenseits des Ahrenthales fortsetzt. Seine höchsten Erhebungen sind das Glatzer Eck, der Kampele-Berg und der Stallkopf. Die Eisack durchbricht dieses Graniterrain in einem tiefen, im Verlauf der Zeiten weit ausgewitterten Spaltenthal, durch welches die grosse Brennerstrasse führt; ein zweites, dem Streichen der Centralkette paralleles, Flussthal, das von der Rienz durchströmt wird und in welchem ein nicht weniger bedeutender Strassenzug über Brunecken nach Kärnthen führt, begrenzt das Granitgebiet auf der Südseite. Durch diesen doppelten ausgezeichneten Aufschluss ist dieser Granit der Beobachtung leicht zugänglich und er wird schon in den frühesten Schriften über die Gegend erwähnt. Später wurde er oftmals beschrieben, aber niemals genauer untersucht. Ich beschränke mich aus den genannten Gründen auf einige kurze Angaben.

Der Brixener Granit ist ein gleichmässig körniges Gemenge von graulichweissem *Quarz*, weissem *Orthoklas*, weissem *Oligoklas*, schwarzem *Magnesiaglimmer* und schwärzlichgrüner *Hornblende*. Er ist also ein entschiedener *Granitit* und gehört auch unter diesen wahrscheinlich zu den basischeren, da der Hornblendegehalt eine Neigung zur Syenitzusammensetzung andeutet. Der Oligoklas ist sehr deutlich zu beobachten und man könnte das Vorhandensein eines weissen Orthoklases bezweifeln, da derselbe im Gemenge nur durch negative Merkmale charakterisirt ist, wenn nicht einzelne Abänderungen deutlich eine schwach röthliche Färbung des einen feldspathigen Gemengtheils erkennen liessen, während der andere seine weisse Farbe behält. **Trinker** erwähnt eines „Granits" mit vollkommen fleischrothem Feldspath aus dem Flaggenthal, welches bei Mittewald von Westen her in die Eisack mündet [1]); er gab dem Gestein den Namen „*Kalkgranit*", weil es ein körniges Gemenge von dem fleischrothen Feldspath mit Kalkspath sein soll. Auch dunkelgraugrüner Glimmer und etwas Hornblende sind beigemengt [2]).

Liegt auch das Gebiet des Brixener Granits bereits ausserhalb der Grenzen des Bereichs der Karte, so ist dieses Gestein doch von ungemeiner Wichtigkeit für die Kenntniss der geologischen Entwickelungsphasen von Süd-Tyrol, indem sich einerseits ein inniger Zusammenhang mit anderen Eruptivgesteinen nachweisen lässt, andererseits die Verbreitung der erratischen Blöcke des leicht kennbaren Gesteins au den Hergang für das Land wichtiger geologischer Katastrophen zu schliessen erlaubt; denn es ist hier, wie in seltenen Fällen, ein kleines Ausgangsgebiet für die zerstreuten Blöcke gegeben.

Die ältesten Nachrichten über den *Granit der Cima d'Asta* erhielt **L. v. Buch** durch die Mit-

---

[1]) **Trinker** in: Erläuterungen zur geognost. Karte Tirols, redigirt von **Widmann**. Innsbruck 1853. S. 9.

[2]) Ein ähnliches äusserst interessantes Gestein beobachtete **Perth** in bedeutender Ausdehnung an der Südseite des Riesengebirges; dasselbe ist ein inniges Gemenge von Oligoklas mit Kalkspath; an einzelnen Orten tritt dazu noch Malakolith; es ist den krystallinischen Schiefern eingelagert. — Vgl. **Reuss** im XXV. Bd. der Wiener Sitzungsber. S. 557.

theilung einer geognostischen Karte der Gegend von Seite des jüngeren Herrn **v. Ployer** (gegen 1800). **Marzari** und **Uttinger** erwähnen den Granit, beschreiben ihn aber nur oberflächlich. Die ersten genauen Beobachtungen stammen von **Weiss**, welcher 1806 die Cima d'Asta bestieg; die Resultate wurden erst 1824 von **L. v. Buch** in seinem an **Leonhard** gerichteten Brief über Süd-Tyrol bekannt gemacht [1]): „Der Granit ist dem von Brixen völlig gleich, er ist nämlich kleinkörnig, von ziemlich gleicher Grösse der Gemengtheile, der Feldspath weiss in einzelnen Krystallen, der Glimmer schwarz in isolirten, selten schuppigen Blättchen, und Quarz selten und nicht grösser als der Feldspath." An Handstücken lässt sich leicht die Gegenwart von Oligoklas nachweisen; auch Hornblende fehlt niemals. Man kann daher den Granit der Cima d'Asta als völlig identisch mit dem Brixener ansehen.

Bei Campestrini nördlich von Borgo di Val Sugana fand Herr **Wolf** ein sehr ausgezeichnetes Gestein anstehend, welches als ein Ausläufer des Cima d'Asta-Granits zu betrachten ist; es besteht aus einem körnigen Gemenge von Quarz, wenig Hornblende und vielem apfelgrünen Oligoklas, worin 1—2" grosse, scharfbegrenzte Krystalle (Carlsbader Zwillinge) von weissem Orthoklas eingeschlossen sind. Dieses Gestein dürfte wol nur als eine petrographische, durch Erstarrungsverhältnisse bewirkte Modification der Eruptivmasse der Cima d'Asta zu betrachten sein.

Jede der beiden Granitmassen bildet Einen zusammenhängenden Stock; nur von der Cima d'Asta-Masse erscheint noch eine isolirte Abzweigung bei Roncegno. Beide treten im Gebiet des Glimmerschiefers auf und werden mantelförmig von ihm umlagert; **L. v. Buch** zeigte schon, dass der Granit den Schiefer gehoben und durchbrochen hat und dass er das älteste Eruptivgestein der Gegend ist. Mit wunderbarem Scharfblick erkannte er das nahe Verhältniss dieses Granits zum rothen Porphyr und er nannte ihn *„Granit des rothen Porphyrs"* [2]). Ich werde auf dieses merkwürdige Verhältniss der beiden Gesteine später bei Darstellung der Geschichte des Landes zurückkommen.

Was die petrographische Stellung des in Rede stehenden Granits zu den analogen Gesteinen der Alpen betrifft, so suchte **Buch** ihm den Granit zwischen dem Julierpass und der Albula, ferner den im Lauterbrunner Thal und im Osten vom Rottenmanner Tauern zu parallelisiren.

Später zeigte **Studer** [3]), dass „die wahren, massigen Granite der Alpen mehrere stockförmig und abnorm hervorgetretene Massen bilden, die besonders dem südlichen Theil der Mittelzone angehören und meist als Syenitgranite erscheinen." So verschieden die einzelnen Gesteine dieser stockförmigen Massen sind, scheint doch **L. v. Buch** auf ihre Gesammtheit die erwähnte Analogie bezogen zu haben, da sie in der That nur als solche einen gemeinsamen Charakter gegenüber anderen granitischen Gesteinen der Alpen *(Protogyn, Arkesin, Turmalingranit* von Predazzo, *Syenit)* tragen. Es scheint, so weit die petrographischen Eigenschaften der Alpengranite durch genauere Untersuchungen bekannt wurden, dass in einer grossen Gruppe dieser Granite die Art der Bestandtheile und das geologische Auftreten gleich sind. Orthoklas, Oligoklas, Quarz, Magnesiaglimmer und Hornblende scheinen in ihr stets als die wesentlichen Elemente aufzutreten und nur ihre Ausbildung und gegenseitige Verbindung, sowie ihre Mengenverhältnisse Schwankungen unterworfen zu sein. Fast jede der Massen trägt daher ihren eigenthümlichen petrographischen Charakter, der aber nur eine Function der Erstarrung und geringer Aenderungen der chemischen Zusammensetzung sein dürfte. Es stand mir nur ein geringes Material zur Vergleichung zu Gebote; doch rechtfertigt dasselbe in Verbindung mit den von **Studer** und Anderen gegebenen Beschrei-

---

[1]) Leonhard's mineralog. Taschenbuch, 1824, 3, S. 141 ff.
[2]) a. a. O. S. 150.
[3]) Geologie der Schweiz, Bd. I. S. 280 ff.

bungen vollständig die Aufstellung einer besonderen Gruppe in der Reihe der Alpengranite für diejenigen Gesteine, welche ihre Vertreter in der Cima d'Asta und bei Brixen finden und auf dem kleinen Boden von Süd-Tyrol sich scharf von den übrigen Eruptivgesteinen scheiden.

Die zunächst im Westen folgende Granitmasse ist die, welche den gletscherreichen, vielverzweigten centralen Gebirgsstock des Adamello (11,252′) an der dreifachen Wasserscheide von Indicarien, Val di Sole und dem lombardischen Val Camonica zusammensetzt. In den Thälern, welche diesem mächtigen Gebirgsknoten entspringen, sammelten die Herren Bergrath **Foetterle** und **Wolf** auf der tyrolischen, Bergrath **v. Hauer** auf der lombardischen Seite eine bedeutende Menge von Handstücken. Dieselben Mineralien wie früher (Quarz, Orthoklas, Oligoklas, Magnesiaglimmer, Hornblende), alle von denselben Farben wie an der Cima d'Asta, vereinigen sich hier zu einem Gemenge, welches unter die schönsten Eruptivgesteine der Alpen gehört. Die Hornblende bildet grosse Krystalle von lauchgrüner Farbe, deren Spaltungsflächen einen matten seidenartigen Glanz nach Art des Uralits haben; der Glimmer bildet gleichfalls vollflächige Krystalle, deren Durchschnitte als regelmässige sechsseitige Tafeln erscheinen. Es ist hieraus leicht zu ersehen, dass der Hauptunterschied vom Brixener Granit nicht in der Art, sondern nur in der Ausbildung der Gemengtheile begründet ist; indessen waltet doch die Hornblende in ihrem relativen Mengenverhältniss weit mehr vor, als bei Brixen; dies tritt besonders an einigen feinkörnig erstarrten jüngeren Gängen des Adamello hervor. Auch dieser Granit ist jünger als die krystallinischen Schiefer, welche ihn umgeben. So grosses Interesse auch die Untersuchung gerade dieses Granitstockes verspricht, ist er doch noch niemals Gegenstand einer solchen gewesen, und es ist kaum mehr darüber bekannt, als was **Studer** in wenigen Zeilen davon sagt [1]). Nur der südlichste Ausläufer wurde von Herrn **Escher v. d. Linth** untersucht, und wir verdanken ihm einen äusserst werthvollen Bericht darüber, wonach es scheint, dass der Granit des Monte Castello von dem des Adamello verschieden und durch einen Streif von krystallinischen Schiefern getrennt ist. Das gangartige Auftreten dieses südlicheren Granites im Kalk und Schiefer, die Art und Weise seiner Contactwirkungen, das Zusammenvorkommen mit verschiedenen Porphyren (Quarzporphyr, Syenitporphyr u. s. w.) scheinen auf die Gleichzeitigkeit und petrographische Identität der Gesteine des Monte Castello mit denen von Predazzo, mithin auf die Nothwendigkeit ihrer Trennung von dem Granit des Adamello, hinzuweisen.

Die einzigen genaueren Untersuchungen, welche die Gesteine eines Granitgebietes der Alpen speciell betreffen, sind die, welche Herr **Gerh. vom Rath** in seiner für die Süd-Alpen wichtigen Abhandlung über das Bernina-Gebirge veröffentlichte [2]). Chemische Analysen sind aber leider noch von keinem Gestein aus der Gruppe der Alpengranite bekannt [3]).

Das von Herrn **v. Rath** als *„Juliergranit"* bezeichnete Gestein scheint mit seinem grünlichweissen Oligoklas, tombakbraunen Glimmer, Quarz, gelblichweissen bis hellfleischrothen Orthoklas und seiner, allerdings untergeordneten, schwärzlichgrünen Hornblende bei dem ersten Anblick dem Granit von Brixen, der Cima d'Asta und dem Adamello zu entsprechen. Allein Herr **vom Rath** hat bei seiner zweiten Reise mit grosser Evidenz die Zugehörigkeit des *Juliergranits* zu den krystallinischen Schiefern nachgewiesen. Derselbe gehört daher einer weit früheren Periode an, als unsere Adamello- und Cima d'Asta-Gesteine. Auch zeigt die Beschreibung manche bedeutende petrographische Unterschiede. Dagegen hat

[1]) a. a. O. S. 292.

[2]) **G. v. Rath**, Geognostische Bemerkungen über das Berninagebirge in Graubündten. — Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellschaft, Bd. IX (1857), S. 211—273; Nachtrag dazu Bd. X (1858), S. 199.

[3]) **Kjerulf's** Analyse (Silurbecken von Christiania, 1852) betrifft nur den jüngeren Turmalingranit von Predazzo.

Herr **vom Rath** in der Umgebung von S. Caterina bei Bormio ein dem Adamello-Granit entsprechendes Gestein beobachtet, welches daselbst gangförmig auftritt und hierdurch zeigt, wie weit es seiner Natur und Entstehungszeit nach von dem Juliergranit entfernt ist. Zugleich beschreibt Herr **vom Rath** die Beschaffenheit des Adamello-Gesteins auf der nordwestlichen Seite des Gebirges als „ein kleinkörniges Gemenge von weissem Feldspath und grauem Quarz, worin liniengrosse schwarze Glimmerblättchen und viele säulenförmige Krystalle (2 bis 3 Linien lang) von grünlichschwarzer Hornblende liegen. Eine seltenere Varietät enthält Hornblende-Krystalle von der Grösse eines halben Zolles." Das Gestein wird in der genannten Abhandlung „Syenit" genannt. Doch dürfte es seines constanten und nicht unbedeutenden Quarzgehaltes wegen mit grösserem Recht dem Granitit zuzurechnen sein, wenn es auch durch die zahlreichen grossen Hornblendekrystalle zu einem recht eigentlichen Mittelgestein gestempelt wird.

Wir sind nach alledem berechtigt, die Granite der Cima d'Asta, des Adamello, der Umgegend von Brixen und von S. Caterina bei Bormio als eine selbstständige Gruppe unter den Alpengraniten anzusehen und eine gleichzeitige Entstehung nach beendeter Bildung der krystallinischen Schiefer für sie anzunehmen. In wie weit ihr noch andere Alpengranite angehören, lässt sich noch nicht mit Sicherheit entscheiden. Wir stellen die Gruppe dieser Granite als

Adamello-Granitit neben den *Julier-Granit.*

Es sind zwei sehr ausgezeichnete und gut von einander geschiedene Gesteinsgruppen, für die durch die ergebnissreichen Arbeiten von Herrn **vom Rath** jetzt das gänzlich verschiedene geologische Verhalten als Haupt-Unterscheidungsmerkmal angesehen werden darf.

2. Diorit.

In der Umgebung von Klausen tritt vollkommen isolirt ein Gestein auf, welches bald als Diorit, bald als Hypersthenfels interpretirt wurde und besonders dadurch, dass es auf diesen einen Ort in Tyrol beschränkt schien, Interesse erregte. Da dasselbe für die Localverhältnisse der Gegend, in der es auftritt, grosse Wichtigkeit hat, so soll seine petrographische und geognostische Beschreibung im Zusammenhang mit den übrigen dort concentrirten Eruptivgesteinen später bei der Erörterung des Gebirgsbaues der Umgebung von Klausen und Theiss Platz finden. Das aus lauchgrüner, meist strahlsteinartig ausgebildeter *Hornblende* und weissem *Oligoklas* bestehende Gemenge durchbricht nur die Grauen Schiefer. Dieser und andere, später weitläufiger zu erörternde, Gründe rechtfertigen die Annahme, dass der Diorit von Klausen einer sehr frühen geologischen Periode angehört und als ein basisches Glied des Granites von Brixen anzusehen ist, ähnlich den analogen Gesteinen des Bernina-Gebirges im Verhältniss zu dessen Graniten. Diese Annahme erhält noch mehr Wahrscheinlichkeit durch einige in der Sammlung der geologischen Reichsanstalt befindliche Handstücke eines dem Klausener sehr ähnlichen Diorits, deren Fundort die Bezeichnung „Lagorei" trägt. Die Cima di Lagorei aber, der höchste Berg des südlichen Porphyrgebirges, ist nur durch das Val Cia von der Cima d'Asta geschieden und besteht nach dieser Seite hin aus Grauen Schiefern. Stammen jene Handstücke aus den Schiefern, so rechtfertigt dies die obige Annahme in ausgezeichneter Weise; denn dann ist dieser Diorit ebenso ein basischer Nachfolger des Granits der Cima d'Asta, wie der Diorit von Klausen dem Granit von Brixen angehört. Tritt dagegen jenes Gestein von Lagorei im Quarzporphyr auf, so fällt die Annahme zusammen, der Granit ist geologisch vollkommen isolirt und der Diorit gehört alsdann der grossen Reihe von Gesteinen an, deren Eruptionen in kurzer Periode der Bildung des Quarzporphyrplateau's folgten. Es wäre für die geologische Stellung des Diorits von Wichtigkeit, sein Auftreten in dem auch sonst reiche Resultate versprechenden Gebirge der Cima d'Asta zu untersuchen.

3. Quarzporphyr.

Der rothe quarzführende Porphyr nimmt unter allen eruptiven Gebirgsarten Süd-Tyrols das grösste Areal ein. Denn er bildet nicht nur das grosse Plateau, welches wir als Porphyrplateau bezeichneten, und den Gebirgszug im Süden des Avisio, sondern breitet sich nach West und Ost noch weit als Grundlage der Sedimentärgebilde aus. Im Norden und Süden grenzt er an die Glimmerschiefer und Thonglimmerschiefer, die er durchbricht und deckenförmig überlagert.

Die ersten geognostischen Beobachtungen über den Quarzporphyr von Botzen stammen von **L. v. Buch**: er legte sie in seiner klassischen „Vergleichung des Passes über den Mont Cenis mit dem über den Brenner" [1]) nieder. **Buch** war damals (1802) noch Neptunist und sucht überall Beweise für den neptunischen Ursprung des Quarzporphyrs. „Kaum wird man eine deutlichere Schichtung an irgend einem Porphyr auffinden — und eine lehrreichere — denn hier ist sie Beweis der Ruhe und Regelmässigkeit, mit welcher sich die Gebirgsmasse absetzte." Diese Worte, welche sich auf die im Grossen geschichteten Tuffconglomerate beziehen, stehen in auffallendem Gegensatz zu dem, was **Buch** gerade 20 Jahre später an mehreren Stellen seiner Briefe über Süd-Tyrol [2]) sagte, zu — seiner kühnen Annahme, „dass der rothe Porphyr nicht Ketten, sondern Continente gehoben habe". — Weitere 20 Jahre später finden wir abermals einige Worte über den Quarzporphyr von Süd-Tyrol in den Reisebeobachtungen von **Reuss** (1840) niedergelegt [3]). Darauf beschränkt sich fast Alles, was bisher über dieses grösste zusammenhängende Quarzporphyrgebiet von Europa bekannt wurde, da in andern Schriften nur äusserst flüchtige Notizen gegeben wurden.

Man nahm gewöhnlich nach dem Vorgange **L. v. Buch's** an, dass das grosse Porphyrgebiet aus einer einzigen gleichförmigen Eruptivmasse bestehe, welche dünnflüssig in Einem Erguss der Erde entquollen sei und sich mit gleichem Niveau im Schieferbecken ausgebreitet habe. Allein dies ist keineswegs der Fall. Es fanden mehrere Eruptionen statt, deren jede eine verschiedene Varietät des Porphyrs lieferte, und es weisen alle Umstände darauf hin, dass die Masse bei dem Ausbruch dickflüssig und von verhältnissmässig niederer Temperatur war, daher auch sich wenig ausbreitete. Der Beweis dafür, dass wiederholte Eruptionen stattfanden, liegt theils in der scharfen gegenseitigen Begrenzung verschiedener Varietäten, theils in dem Auftreten von Conglomeraten mit porphyrischem Bindemittel und Porphyrbruchstücken, theils endlich in den bestimmt ausgesprochenen Verbreitungsbezirken der einzelnen Abänderungen. Untersuchen wir zuerst die petrographischen Merkmale der letzteren, um daran die geologischen Folgerungen sicherer anzuknüpfen.

I. Allgemeiner petrographischer Charakter.

Der Quarzporphyr von Süd-Tyrol besteht immer aus einer Grundmasse mit inliegenden ausgeschiedenen Krystallen. Niemals verschwinden diese vollkommen und ebenso findet niemals eine gleichmässig granitische Ausbildung statt; denn wenn auch die Grundmasse zuweilen ein körnig-krystallinisches Gefüge annimmt, so zeichnen sich doch stets mit grosser Schärfe die porphyrisch ausgeschiedenen Krystalle.

A. Ausgeschiedene Krystalle.

a. *Quarz.* Der Quarz ist ein nie fehlender Bestandtheil des rothen Porphyrs von Süd-Tyrol. Selbst wo alle anderen Bestandtheile, wie im Höllenthal bei Auer, zu einer obsidianartigen Masse erstarrt sind,

---

[1]) Geognostische Beobachtungen auf Reisen, Bd. I. S. 263 ff.
[2]) Leonhard's mineralogisches Taschenbuch, 1824.
[3]) Leonhard und Bronn, Jahrb. 1840.

ist er in deutlichen Krystallen ausgebildet, ein Beweis, dass er sich zuerst aus dem flüssigen Magma ausschied. Seine Form ist, worauf bereits L. v. Buch aufmerksam machte[1]), stets die Doppelpyramide ohne eine Spur von Säulenflächen. Die äussere Begrenzung ist selten glattflächig, wahrscheinlich wegen der bei normaler Ausbildung sehr innigen Verwachsung mit der Kieselsäure der Grundmasse; auch sind die Flächen nicht immer eben, sondern häufig gewölbt, aber niemals trichterförmig vertieft, wie so oft bei aufgewachsenen Quarzkrystallen; also bei freier Ausbildung ein vorwiegendes Fortwachsen in der Richtung der Kanten, bei Krystallisation im zähen Magma vorwiegende Anhäufung der Moleküle in der Mitte der Flächen, eine Erscheinung, welche ja auch bei vielen anderen Substanzen bekannt ist, z. B. bei dem Diamant, dessen Bildung unter sehr hemmenden Verhältnissen der Umgebung nachgewiesen ist. Auch bei den quarzführenden Trachytporphyren zeigen die Quarzkrystalle dieselbe Erscheinung. Was aber die Form betrifft, so treten bei diesem Gestein als ein sehr charakteristisches Unterscheidungsmerkmal vom Quarzporphyr häufig die Säulenflächen untergeordnet hinzu. — Ausgezeichnete Quarzkrystalle enthält u. a. der plattenförmig abgesonderte Porphyr von Auer, ferner eine bei S. Pelegrino und am Monte Aloch herrschende fleischrothe Varietät. Durch Schliffflächen tritt die Rundung der Flächen besonders deutlich hervor; selten nimmt sie so überhand, dass die Kanten fast verschwinden (Medel-Berg zwischen Welschnoven und Tiers). Besondere Beachtung verdienen einzelne Porphyrvarietäten, in welchen die krystallinische Grundmasse von günstigen Erstarrungsverhältnissen zeugt. Hier sind die Quarzkrystalle nicht mehr so scharf begrenzt, wie in den dichteren Varietäten; es findet eine unbestimmtere Verwachsung von Quarz mit dem Gemenge der Grundmasse statt; die Erstarrungserscheinungen des Porphyrs sind hier mit denen des Granits verbunden.

b. *Orthoklas.* Nach dem Quarz ist der Orthoklas der constanteste Gemengtheil des Quarzporphyrs; er kommt theils als einziger feldspathiger Gemengtheil, theils in Begleitung von Oligoklas vor und zeichnet sich im Vergleich zu letzterem durch seine Farbe und schwere Zersetzbarkeit aus. Meist ist er fleischroth bis ziegelroth in verschiedenen Abstufungen; doch kommt er auch weiss und durchscheinend, dem glasigen Feldspath nicht unähnlich, vor, z. B. in Bruchstücken des Porphyrconglomerats oberhalb des Gasthauses beim Mayrl über Trostburg, ferner bei San Pelegrino, in der schwarzen Varietät vom Monte Bocche und in vorzüglich schön ausgebildeten Krystallen in der Umgebung von Cavalese (der nähere Fundort wurde mir nicht bekannt). — Die vollkommensten und glattflächigsten Krystalle finden sich in den Gesteinen, welche das erste Uebergangsstadium in die Tuffe bezeichnen und meist eine etwas lockere Grundmasse und viel schwarzen Glimmer besitzen. Aus ihnen stammen die bekannten schönen Carlsbader Zwillinge im Val Floriana bei Cavalese. An anderen Orten erreichen sie nicht diese Grösse, sind aber gleichfalls scharf ausgebildet. — Besondere Erwähnung verdienen die dunkelcarmoisinrothen Orthoklaskrystalle im Porphyr des Talfer-Thales bei Botzen, welche zuerst die Aufmerksamkeit L. v. Buch's vor beinahe 60 Jahren erregten[2]). Sie sind bis 2" gross und nach der Hauptaxe in die Länge gezogen; die Kanten sind nicht scharf und die Krystalle lösen sich aus dem sehr festen Gestein niemals heraus. Neben ihnen kommt sehr zahlreich Oligoklas in kleineren Krystallen vor. Die Bruchstücke dieses Gesteins erfüllen einen grossen Theil der wildromantischen Schlucht des Talfer-Thales und stehen wahrscheinlich unmittelbar unterhalb Sarnthein an. In dieser und einigen anderen Abänderungen zeigt der Orthoklas auf den Durchschnitten eine concentrisch-lamellare Anordnung mit verschiedener Färbung der einzelnen Schalen.

---

[1]) Geognost. Beobachtungen auf Reisen, Bd. I.

[2]) a. a. O. S. 271.

c. *Oligoklas.* Die Krystalle des Oligoklases sind von geringerer Grösse als die mit ihnen zusammen vorkommenden des Orthoklases, von hellerer Farbe, meist grünlich- und gelblichweiss, seltener blassröthlich (Talfer-Thal), von weniger scharfer Begrenzung, sind fast in allen zugänglichen Stücken ein wenig zersetzt und haben daher ein etwas mattes Aussehen, doch lässt sich zuweilen die Zwillingsstreifung noch deutlich erkennen. In allen Fällen, wo beide Feldspathe nebeneinander vorhanden sind, lassen sie sich sehr leicht unterscheiden. Oligoklas allein scheint in keinem Quarzporphyr vorzukommen, wiewol der Orthoklas in einzelnen Abänderungen sehr zurücktritt. Beweisen schon alle diese Verhältnisse die spätere Ausscheidung der Krystalle des kieselsäureärmeren Feldspaths, so wird dies auch durch ihre gegenseitige Begrenzung bestätigt, indem der Orthoklas oft scharfkantig in den Oligoklas hineinreicht, das Umgekehrte aber nicht vorkommt. — Die Krystallform weist vorwaltend auf Zwillinge nach dem Carlsbader Gesetz hin, die aber der Zersetztheit halber meist nicht mehr deutlich zu erkennen sind.

d. *Magnesiaglimmer.* Wo ein normaler Quarzporphyr mit gleichmässigem Porphyrgefüge und fester Grundmasse auf weite Erstreckung fortsetzt, da findet man selten ein Glimmerblättchen; besonders ist dies Mineral in dem centralen Theil des Quarzporphyrgebietes selten. Um so häufiger ist es dort, wo das feste felsitische Gefüge der Grundmasse abnimmt, am meisten in Tuffgesteinen; es ist tombakbraun, zuweilen schwarz und lebhaft glänzend. Die Lage der Glimmerblättchen ist meist unregelmässig; nimmt der tuffartige Charakter zu, so werden sie mehr und mehr einander parallel und bei einigen sehr ausgezeichneten Tuffen südöstlich von Trient spiegeln sämmtliche Blättchen in einer Ebene, während der Querbruch nur die kleinen Durchschnittslinien erscheinen lässt. An seine Stelle tritt zuweilen

e. ein grünes talkartiges, auch chloritartiges Mineral, das der Grundmasse innig beigemengt ist und ihr eine grüne Färbung gibt. Selten kommt dasselbe neben Glimmer vor; es dürfte im Gegentheil an die Stelle desselben getreten sein und denselben verdrängen. Jedenfalls scheint es ein Product der Zersetzung zu sein.

B. Grundmasse.

Die Krystalle von Quarz und den beiden genannten Feldspathen liegen in einer Grundmasse, welche vielen Schwankungen unterworfen ist. Alle Abänderungen, welche man bisher an der Grundmasse von Quarzporphyren beobachtet hat, dürften in Süd-Tyrol ihre Vertreter finden.

Die Farbe geht vom Graulichweissen durch alle Nüancirungen ins Carmoisin-, Braun- und Blut-Rothe, ins Röthlich-, Kastanien- und Leber-Braune, ins Licht-, Pistazien-, Lauch-, Oel- und Schwärzlich-Grüne, seltener ins Lavendelblaue, Hellviolette, Erbsengelbe und Gelblichweisse, um so häufiger endlich ins Grünlich-, Asch- und Schwärzlich-Graue. Wirklich schwarze Färbung kommt nicht vor; man könnte zwar die obsidianartig erstarrte Grundmasse im Höllenthal bei Auer und die des Porphyrs vom Monte Bocche bei San Pelegrino als schwarz in Anspruch nehmen; allein sie sind merklich heller als der intensiv schwarze Augitporphyr von der Seisser Alp. Die Structur zeigt ebenfalls bedeutende Modificationen. Sehr selten hat sich die Grundmasse zu einem deutlichen krystallinischen Mineralgemenge ausgebildet (bei Branzoll an der Strasse). Es gehört dazu ausser der langsamen Erstarrung auch, wie **C. C. v. Leonhard** in seinen „Hüttenproducten" mehrfach gezeigt hat, ein ursprünglich dünnflüssiger Zustand und gerade diesen darf man bei Porphyren nicht annehmen. Daher sind die Fälle einer dichten Structur ungleich häufiger, so dass nur eine starke Vergrösserung das krystallinische Gemenge zeigt. Seltner ist es auch für solche Mittel nicht mehr erkennbar und dann ist das Ansehen meist ein eigenthümlich geflossenes, schlackenähnliches. Nirgends ist dies in ausgezeichneterem Grade zu erkennen, als an einem in dünne

Platten abgesonderten Porphyr zwischen Auer und Branzoll. Das Gestein ist äusserst charakteristisch. Deutliche Krystalle von Orthoklas und Quarz liegen in einer dunkelgraulichbraunen Grundmasse. Die Bruchflächen senkrecht zu der Absonderung zeigen (besonders an geschliffenen Stücken) eine wellig-geflammte Anordnung in einander fliessender, verschieden gefärbter Lagen; einzelne derselben sind durch grössere Härte, Durchscheinenheit und rauchgraue Färbung charakterisirt und erweisen sich dadurch kieselsäurehaltiger als die anderen, welche an Masse vorwiegen. Die geflammte Zeichnung, mithin die verschiedenen Lagen sind parallel den Absonderungsflächen der Platten. Es scheint, dass während der Ausscheidung der Bestandtheile das Gestein in Bewegung begriffen war. Die Erscheinung ist sehr ähnlich an einem Porphyr von Elfdalen (dem *Röd Rännaas* und *Rödaadrig Rännaas* der dortigen Steinschleifer) wahrzunehmen.

Durch das Mikroskop, bei sehr ausgezeichneter Ausbildung, wie sie besonders der Sarnthaler Porphyr bietet, aber auch schon für das blosse Auge, erscheint die Grundmasse in durchsichtigen Schliffen als ein Gewirr von feinen Punkten, Nadeln und schwarzen gewundenen Linien, welches keinen bestimmten Schluss auf ihre mineralische Zusammensetzung erlaubt. Doch liegt es wol am nächsten und es scheint am meisten begründet, sie als ein inniges Gemenge der ausgeschiedenen Gemengtheile zu betrachten. **Delesse** ist der Ansicht, dass die Grundmasse der Felsitporphyre ein Gemisch aus Kieselsäure, Thonerde und Alkalien sei, welches früher erstarrte, als sich diese Bestandtheile zu Mineralindividuen verbinden konnten. Doch scheinen die bisherigen Erfahrungen über Erstarrungsvorgänge dieser Annahme zu widersprechen; denn wenn auch die Moleküle der Silicate und der überschüssigen Kieselsäure nicht mehr zu grösseren Krystallen zusammentreten konnten, so mussten sie doch wenigstens als solche vorhanden sein; denn man kann jene Silicate, wie man z. B. vom Glas weiss, weit früher erhitzen, als die Erstarrungstemperatur liegt, ohne dass die Säure sich von der Basis trennt. Man muss daher ebenso annehmen, dass das Zusammentreten von beiden zu einer chemischen Verbindung schon sehr lange vor der Erstarrung geschah; wie hätten sich sonst je Feldspath-Krystalle bilden können? Wahrscheinlich kann die Hypothese von **Delesse** auch dann keine Geltung haben, wenn die Grundmasse obsidianartig erstarrt ist. Denn selbst dann dürfte sie eher ein amorphes Gemenge von Molekülen der Silicate als von solchen der getrennten Säuren und Basen sein. Nicht mindere Zweifel lassen sich gegen die Annahme von **Wolff** erheben, dass die Grundmasse aus Quarz mit eingekitteten Feldspathkörnchen bestehe [1]); **G. Rose** und **Rammelsberg** wiesen darauf hin, dass sie alsdann nicht so leicht schmelzbar sein können. — Für die Quarzporphyre von Süd-Tyrol dürfte es als feststehend angesehen werden können, dass die Zusammensetzung der Grundmasse eine verschiedene ist je nach den ausgeschiedenen Gemengtheilen. Denn betrachtet man die Reihenfolge der Ausscheidung während der Erstarrung: Quarz, Orthoklas, Oligoklas — so kommt es nur darauf an, wie weit diese Ausscheidung vorgeschritten ist, um die Zusammensetzung der Grundmasse zu bestimmen. Hat sie ihr Maximum erreicht, so ist das Gemenge granitisch und besteht nur aus jenen Mineralien; ist dagegen blos Quarz ausgeschieden und das Uebrige als obsidianartige (Höllenthal) oder als dichte (Atzwang) Grundmasse erstarrt, so muss man annehmen, dass diese aus Molekülen von Orthoklas und Oligoklas oder, je nach der Art des Porphyrs, blos von Orthoklas bestehe [2]). Kurz, alle Moleküle, welche in der Ausscheidung zu grösseren Krystallen zurückgeblieben sind, müssen in der Grundmasse mit einander gemengt sein, und da in Süd-

[1]) Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 34, S. 193, u. Bd. 35, S. 412.

[2]) Wir sehen von untergeordneten Gemengtheilen, wie Phosphorsäure-, Chlor-, Fluor-, Titansäure- u. s. w. Verbindungen ab, da diese bei der gesammten Klasse der Felsitporphyre noch zu wenig bekannt sind.

Tyrol die Mineralien bekannt sind, welche für den Fall des höchsten Grades der Ausbildung ausgeschieden sein können, so kann man nur in wenigen Fällen über die mineralische Zusammensetzung der Grundmasse in Zweifel sein.

C. Gesammtgestein.

Combinirt man die zahlreichen Modificationen der einzelnen Elemente, so erhält man eine grosse Manchfaltigkeit der verschiedensten Abänderungen des Quarzporphyrs. Alle haben als gemeinsames Merkmal den Quarzgehalt. Reine Obsidiane oder Pechsteine, wo Alles glasartig erstarrt ist, kommen gar nicht vor; ebenso gemeinsam, mit wenigen sehr untergeordneten Ausnahmen, sind die eingeschlossenen Krystalle von Orthoklas. Bei der grösseren Zahl der Gesteine tritt Oligoklas hinzu und, wahrscheinlich als unwesentlicher Bestandtheil, Magnesiaglimmer.

Dass die chemische Zusammensetzung einigen Schwankungen unterworfen sein müsse, beweist am besten der wechselnde Orthoklasgehalt bei gleichzeitiger Ausbildung von Oligoklas.

II. Petrographische Abänderungen und Uebergänge.

Naumann [1]) hat mit glücklicher Wahl den von **Gerhard** [2]), dem ersten Bearbeiter der Porphyre, vorgeschlagenen Namen „*Felsit*" wieder in die Petrographie eingeführt und die ganze Reihe der sauren Gemenge unter den porphyrischen Gesteinen bis abwärts zu den Uebergängen in die Hornblende-Oligoklas-Gesteine als „*Felsitporphyr*" bezeichnet. Die ganze Klasse ist wiederum in quarzführenden Felsitporphyr, für den wir uns hier des kürzeren, die charakteristischen Merkmale hinreichend bezeichnenden Namens „*Quarzporphyr*" bedienen, und in quarzfreien Felsitporphyr getheilt. Für letzteren wendet **Naumann** den vortrefflichen, gleichfalls von **Gerhard** [3]) vorgeschlagenen Namen „*Porphyrit*" an. Das constante Merkmal der ersten Abtheilung ist der Quarzgehalt und man setzt wol am naturgemässesten die Grenze dort, wo der Kieselsäuregehalt zur Ausscheidung von freiem Quarz nicht mehr hinreichte. Bei dieser Eintheilungsweise gehören alle Gesteine des Porphyrplateau's und der gleichzeitig mit diesem entstandenen Gebirge unseres Gebietes dem typischen Quarzporphyr an; nirgends findet ein so bedeutendes Zurücktreten der Quarzkrystalle statt, dass dadurch eine Annäherung an die Porphyrite angezeigt würde. Es geht hieraus hervor, dass alle Quarzporphyre von Süd-Tyrol einen sehr bedeutenden Gehalt an Kieselsäure haben und innerhalb enger Grenzen in der chemischen Zusammensetzung schwanken. Es lässt sich daher auch nicht mit Sicherheit eine Gliederung nach den Gesetzen der natürlichen Systematik durchführen, wol aber kann man eine Reihe von Modificationen nach verschiedenen Gesichtspunkten unterscheiden, von denen der der mineralischen Zusammensetzung zugleich einige Beziehung zu der natürlichen Eintheilung hat. Wir unterscheiden:

A. nach dem Verhältniss der ausgeschiedenen Krystalle.

a. In der *felsitischen Grundmasse* sind auch bei dem äussersten Grad krystallinischer Ausscheidung nur Krystalle von *Quarz* und *Orthoklas* als wesentliche Gemengtheile eingeschlossen; nur hier und da tritt zuweilen ein Oligoklaskrystall hinzu. In allen hieher gehörigen Abänderungen ist stets der Quarz

---

[1]) Lehrb. d. Geognosie. 2. Aufl. S. 595.

[2]) **Gerhard** scheint den Namen „Felsit" erst in seiner späteren Abhandlung in den Abh. d. k. Ak. d. Wiss. zu Berlin f. 1814 u. 1815, S. 12 ff., aufgestellt zu haben.

[3]) Den Namen „Porphyrit" wendete **Gerhard** bereits in seiner ersten Schrift „Ueber den Porphyr" (Schriften d. Gesellsch. naturf. Fr. zu Berlin, Jahrg. V. S. 408 ff. 1784) an, einer vortrefflichen Arbeit, in welcher die Porphyre ihre erste Bearbeitung und gründliche Eintheilung erfuhren.

in ausserordentlich grosser Menge vorhanden. Sie gehören verschiedenen Eruptionen an; es lassen sich danach folgende Gruppen unterscheiden:

1) *Branzoller Porphyr*, einer der ältesten Porphyre der Gegend von Botzen. Die Grundmasse ist dunkelbraunroth und von verschiedenen Dichtigkeitsgraden bis zum Hornsteinartig-Felsitischen. Der Quarz bildet zahlreiche wasserhelle, 1—2‴ grosse Krystalle. Der Orthoklas ist hellfleischroth, meist in Form von Carlsbader Zwillingen; von Oligoklas fand ich nie eine Spur, ebenso wenig von Glimmer. Auf Schliffflächen werden kleine schwarze, krystallinisch begrenzte Körner sichtbar, die sich nicht bestimmen lassen. Dieser sehr ausgezeichnete Quarzporphyr steht an der Strasse zwischen Branzoll und Auer im Etschthal an. In der Nähe von Branzoll ist er massig abgesondert, die Grundmasse ist feinkörnig, der Orthoklas erfüllt mit seinen sehr vollkommenen Krystallen das Gestein in solchem Grade, dass die Grundmasse beinahe verdrängt wird; der Quarz concentrirt sich in wenigen grossen Körnern. Weiterhin erscheint die oben erwähnte ausgezeichnet plattige Absonderung bei sehr dichter splitteriger Grundmasse, sparsameren, kleineren und zerstreuteren Orthoklaskrystallen und Quarzkörnern. Auf dem Bruch ist, insbesondere bei geschliffenen Flächen, eine striemige, flammige Zeichnung der Grundmasse sichtbar, indem diese von dunkleren Streifen, welche durch ihre grosse Härte auf eine Concentrirung der Kieselerde hindeuten und sich um die fertigen Krystalle winden, in der Richtung der Absonderungsflächen durchzogen wird. Das Gestein hat dadurch den Charakter einer in sehr zähem Zustand langsam abwärts geflossenen und in kurzer Zeit erstarrten Masse. Ein vollkommen analoges Gestein, welches derselben Eruption angehören dürfte, kommt in grosser Verbreitung bei Paneveggio vor. Grundmasse braunroth, Orthoklas lebhaft fleischroth in kleinen Krystallen, Quarz in zahlreichen Körnern, Glimmer in starkglänzenden Blättchen.

2) *Sanct Pelegriner Porphyr.* Im Thal von San Pelegrino begegnet man häufig einem lebhaft fleischrothen Quarzporphyr. Grundmasse und Orthoklaskrystalle haben vollkommen gleiche Farbe und greifen so in einander ein, dass man sie kaum unterscheidet und geneigt ist, die Grundmasse für einen dichten Orthoklas zu halten. Von Oligoklas und Glimmer ist keine Spur vorhanden. Der Quarz in zahlreichen wasserhellen Krystallen. Ich fand dieses Gestein an den Lastei di Cavia anstehend, doch dürfte es einen weiteren Verbreitungsbezirk haben. Bei San Pelegrino kommen auch Bruchstücke eines Reibungsconglomerates mit unserm Porphyr als verbindender Masse herab.

Dieser Porphyr scheint auch auf der Tierser Alpe und am Medel-Berg zwischen Welschnoven und Tiers aufzutreten; die Grundmasse ist dort etwas heller als die Orthoklas-Krystalle.

Der ersten Abtheilung dürfte auch noch ein eigenthümlicher Porphyr mit obsidianartiger Grundmasse zuzurechnen sein, der bei Castelrutt vorkommt. Er ist dicht erfüllt mit rund geschmolzenen Krystallen von weingelbem Quarz und weissem, sanidinartigem Feldspath. Er hat in unserm ganzen Gebiet keinen Repräsentanten. Sollte sich bei genauerer Untersuchung der Feldspath als Oligoklas herausstellen, so dürfte dieses Gestein als eine Erstarrungsmodification des unten zu erwähnenden Trostburger Porphyrs zu betrachten sein.

b. Es tritt neben *Quarz* und *Orthoklas* auch *Oligoklas* als wesentlicher Bestandtheil auf. In dieser Abtheilung kommt der Quarz nicht in so vorwaltender Menge vor, wie in den Gesteinen der vorigen, der Orthoklas herrscht stets weit über den Oligoklas.

3) *Castelrutter Porphyr.* Als Typus dieses den letzten Eruptionen angehörigen und für einen

grossen Theil der Oberfläche des Porphyrplateau's charakteristischen Gesteins betrachten wir jene Ausbildungsform, welche in den Terrassenlandschaften von Völs, Seiss, Sanct Oswald, Castelrutt und Sanct Michaël zu beobachten und mit säulenförmiger Absonderung verbunden ist. Die Blöcke, wie sie allenthalben am Fuss der Terrassen zerstreut sind, haben eine dunkelziegel- bis schmutzig-carmoisinrothe, felsitische, aber nicht splittrige Grundmasse, auf deren Bruchflächen zahllose kleine weissliche Durchschnitte von eingeschlossenen Krystallen erscheinen. Der grösste Theil derselben ist gelblichweisser Orthoklas, meist in einfachen Individuen, mit glänzenden Spaltungsflächen. Dazu treten untergeordnet grünliche Oligoklaskrystalle mit matten Bruchflächen. Die Quarzkrystalle sind nicht gross, aber in nicht unbedeutender Zahl vorhanden. Schwarzer Glimmer in lebhaft glänzenden sechsseitigen Tafeln ist keine seltene Erscheinung.

Diesen petrographischen Charakter bewahrt das Gestein an den genannten Orten. Mit geringen Abweichungen in Farbe der Grundmasse, Grösse der eingeschlossenen Krystalle und in der Menge des ausgeschiedenen Oligoklases tritt es nördlich davon im Grödner Thal, am Raschötz und in einigen vereinzelten Stöcken zwischen dem oberen Villnösser und dem Afferer Thal auf, sowie südlich bei Aicha, Tiers und, wie es scheint, auch jenseits der Eisack Auf dem Ritten. Erwähnenswerth ist besonders eine dunkle Abänderung von Klausen mit wasserhellem Orthoklas. Ob der tiefrothe Porphyr von Soraga und Moëna mit viel röthlichem Quarz, sehr wenig röthlichem, durchscheinendem Orthoklas und einem andern verwitterten gelblichen Feldspath auch derselben Eruption angehört, lässt sich kaum entscheiden.

Als eine besondere Gruppe des Castelrutter Porphyrs könnte man den „*Layener Porphyr*" aufstellen, der einer nur um Weniges früheren Eruption seine Entstehung verdankt. Ich fand dieses Gestein nur in mächtigen Blöcken in einem Reibungsconglomerat am Gasthof „beim Mayrl" oberhalb Trostburg. Die Sammlung der k. k. geologischen Reichsanstalt besitzt das nämliche Gestein mit der Angabe „Layen". Da ich dort (allerdings bei Regenwetter) nur Thonglimmerschiefer sah, die Karte des montanistischen Vereins aber Quarzporphyr angibt, so dürfte östlich vom Dorfe eine stockförmige Masse desselben auftreten, welcher das genannte Handstück angehören würde. Dieser Porphyr besitzt eine blassröthliche, feinkörnig-felsitische Grundmasse, welche aber gegen die ausserordentlich zahlreich ausgeschiedenen grossen Krystalle der Feldspathe zurücktritt. Die letzteren sind vorwaltend weisser, durchscheinender Orthoklas, der gelblichweisse, undurchsichtige Oligoklas ist untergeordnet. Glimmer ist in sehr zahlreichen Blättchen eingeschlossen, Quarz in mässiger Menge. Sehr häufig sind Einschlüsse von Thonglimmerschiefer.

4) *Botzener Porphyr.* Um Botzen stehen viele Quarzporphyrvarietäten an, die sich gegenseitig durchsetzen und Reibungsconglomerate mit einander bilden. Wir bezeichnen mit dem obigen Namen das Gestein des Calvarienberges mit blassröthlicher Grundmasse, fleischrothem Orthoklas und mittlerem Quarzgehalt. Es tritt an diesem Gebirgsvorsprung als Conglomerat auf mit Bruchstücken des *Blumauer* und des *Branzoller Porphyrs.* Andere Abänderungen sind dunkelziegelroth und führen neben Orthoklas noch deutliche Oligoklaskrystalle. Auch bei Rentsch tritt derselbe Porphyr mit einzelnen Glimmerblättchen auf, ferner am Felsen von Sigmundskron; sein Hauptverbreitungsbezirk scheint in der Richtung von Deutschnoven gegen Meran zu sein.

5) *Porphyr von Blumau.* Im Kuntersweg steht bei Blumau ein hell-graulichgrüner Porphyr an. Die Grundmasse ist feinkörnig-felsitisch, nicht splittrig, der Quarzgehalt bedeutend, wie bei dem Castelrutter Porphyr. Hier und da ist die Spaltungsfläche eines Feldspathkrystalls sichtbar, aber sie sind stets von geringer Grösse. An einigen derselben bemerkte ich die Streifung des Oligoklases.

Charakteristisch ist für diesen Porphyr die bedeutende Beimengung von grünem Talk, welcher dem Gestein die Farbe gibt und den Glimmer mancher anderer Porphyre zu ersetzen scheint. Dieser Porphyr kommt Anfangs am Kuntersweg massig, bei Blumau ausgezeichnet plattig abgesondert vor und setzt gegen Steineck fort. Bei Rentsch stehen grünlichweisse Eruptivtuffe mit aufgelöstem Feldspath und zahlreichen Bruchstücken eines rothen Porphyrs an; wahrscheinlich gehören sie hieher. Auf dem Welschnovner Gebirge erscheint das Gestein von Blumau mit hellapfelgrüner Farbe, leicht ritzbarer Grundmasse, zahlreichen Quarzkrystallen und weissen quarzigen, radialstrahligen, sphärischen Ausscheidungen, in deren Centrum ein runder Hohlraum mit braunem Anflug an den Wänden ist.

Wenn auch die Talkbildung und damit die grüne Färbung auf einen Zersetzungsprocess hindeutet, so scheint sich doch der Porphyr von Blumau durch die Bedingungen zu diesem Process auszuzeichnen und der letztere für ihn charakteristisch zu sein. Die Bruchstücke, welche der dicht benachbarte *Botzener Porphyr* einschliesst, haben auch die grüne Färbung beibehalten, so dass sogar in den Einschlüssen des Reibungsconglomerats der Porphyr von Blumau seinen eigenen Gang der Zersetzung beizubehalten scheint.

6) *Porphyr von Hoch-Eppan.* Bei der alten Burg der Grafen von Eppan steht ein Porphyr von schmutziger, dunkel-grünlichgrauer Farbe und feinkörnigem Gefüge der Grundmasse an. Die Feldspathkrystalle sind sehr klein und zahlreich, von weisser, gelblichrother und dunkelfleischrother Farbe; Oligoklas habe ich nicht mit Sicherheit erkannt; der Quarzgehalt ist unbedeutend, der Glimmer fehlt selten ganz. Dieser Porphyr, einer der jüngeren, spielt seine Hauptrolle bei Jenesien und Oberbotzen, ferner im Welschnovner Gebirge und bei Klausen.

Viel Analogie mit diesem hat ein Porphyr im Pelegriner Thal. Seine Grundmasse ist dunkler und noch körniger, der Orthoklas ist von lebhaft fleischrother Farbe, der Quarzgehalt ist bedeutender, Glimmer häufig, im zersetzten Zustande auch Talk. Oligoklas lässt sich nicht mit Sicherheit nachweisen, zumal bei dem körnigen Gefüge und der wechselnden Färbung der Körner.

Verschieden von letzterem ist ein anderer Porphyr, der gleichfalls im Pelegriner Thal ansteht und in zahlreichen Blöcken herabgeführt wird, dessen genauere Fundstätte mir aber nicht bekannt wurde. Die dunkelgrüne, zersetzte und leicht ritzbare Grundmasse ist so innig mit Glimmer vermengt, dass eigentlich erst beide zusammen dieselbe bilden. Die auskrystallisirten Mineralien liegen darin in äusserst zahlreichen und kleinen Individuen, welche dem Ganzen ein körniges Ansehen geben. Der grössere Theil der Krystalle ist röthlicher Orthoklas; der Oligoklas aber bleibt nur wenig hinter ihm zurück und hat ungemein deutliche Streifung auf den kleinen Spaltungsflächen.

Die meisten Quarzporphyre unseres Gebietes, welche bei dieser Classification keine Erwähnung finden, gehören der Abtheilung mit vorwiegendem Orthoklas und untergeordnetem Oligoklas an, dürften aber kaum noch anderen als den hier erwähnten Eruptionen ihren Ursprung verdanken.

c. *Orthoklas* und *Oligoklas* zu gleichen Theilen in der Grundmasse, *Quarz* nie in bedeutender Menge vorhanden.

7) *Sarnthaler Porphyr.* Des charakteristischen, durch **L. v. Buch** bekannt gewordenen Quarzporphyrs, welcher in grossen Blöcken von der Talfer herabgeführt wird, haben wir oben erwähnt. Der Orthoklas in frischen, dunkelcarmoisinrothen, der Oligoklas in röthlichgelb zersetzten Krystallen, jene zwei bis drei Zoll, diese drei bis vier Linien lang, Quarz in sporadischen grossen Körnern, dazu eine Grundmasse, die von einem körnigen Gemenge blassröthlicher und schwärzlichgrüner, horn-

blendeartiger Bestandtheile gebildet wird — dies sind die hervorragenden petrographischen Merkmale. Ausserhalb des Sarnthales habe ich ein ähnliches Gestein nicht beobachtet.

Derselben Abtheilung gehört ein in seiner Ausbildung nicht minder charakteristischer Quarzporphyr aus dem Fleimsthal an, dessen näherer Fundort mir unbekannt blieb. In einer braunrothen, dichten felsitischen Grundmasse von splittrigem Bruch liegen 1 Zoll lange, ¾ Zoll breite, flache Orthoklaskrystalle in Gestalt von Carlsbader Zwillingen. Sie lösen sich glattflächig aus dem Gestein und sind, stark durchscheinend, glasigem Feldspath ähnlich. Neben diesen isolirten grossen Krystallen liegen zahlreiche kleinere (3—4‴ lange) von Oligoklas. Sie sind fast mit dem Gestein verwachsen und zu einer röthlichgelben erdigen Substanz verwittert. Der Quarz ist in nicht unbedeutender Menge in Gestalt grosser Krystalle vorhanden. Der Glimmer bildet dicke Tafeln mit deutlichen Seitenflächen.

Hieher dürfte endlich noch ein weisslicher, sehr fester und splittriger Porphyr zu rechnen sein, den man nicht selten im St. Pelegriner Thal in losen Blöcken, auch als Einschluss anderer Porphyre der benachbarten Berge findet. Er hat ein feinkörniges Ansehen und es lassen sich deutlich zweierlei Feldspathe erkennen, von denen der eine von weisser Farbe ist und glatte Spaltungsflächen besitzt, während der andere grünlichweiss ist und die Zwillingsstreifung des Oligoklases zeigt. Der letztere herrscht ein wenig vor dem andern. Glimmerblättchen sind sparsam vorhanden.

d. Nur *Oligoklas* und *Quarz* als wesentliche krystallinische Ausscheidungen, in sehr geringem Grade von vereinzelten Orthoklaskrystallen begleitet.

8) *Porphyr von Trostburg.* Oberhalb dem Schloss Trostburg an der Eisack stehen mächtige Conglomerate an, erst massig, dann mehr und mehr geschichtet, deren Grundgestein ein grünlichschwarzer Quarzporphyr ist (die Einschlüsse s. Nr. 3 „Layener Porphyr"). In der dunklen Grundmasse liegen mit scharf contrastirender Färbung grosse grünlichweisse, unregelmässig begrenzte Oligoklaskrystalle mit wenig glänzenden Spaltungsflächen. In einem grossen Handstück vermochte ich daneben nur zwei kleine stark glänzende, fleischrothe Orthoklaskrystalle zu entdecken. Der Quarz tritt in sehr sporadischen, grossen, durch Einschlüsse von Grundmasse stark verunreinigten Krystallen auf. Glimmer und talkartige Ausscheidungen sind häufig.

Diesem Porphyr dürfte auch ein dunkellauchgrünes, einem dichten Aphanit ähnliches, sehr zähes Gestein angehören, welches bei Atzwang einen Gang bildet und nur Quarz und ein oligoklasähnliches grünes Mineral enthält.

9) *Porphyr des Monte Bocche.* Am Monte Bocche kommt in grosser Ausdehnung ein schwärzlicher Quarzporphyr von bedeutender Dichtigkeit und Festigkeit vor, der leicht in unvollkommen flachschalige Stücke zerspringt. Alle Bestandtheile sind fest verwachsen und kein Krystall löst sich aus der Grundmasse. Der Quarz ist farblos, perlgrau und weingelb mit allen Zwischenstufen und nicht scharf gegen die Grundmasse abgegrenzt. Flächen von kleinen Feldspathkrystallen erscheinen in grosser Zahl auf den Bruchflächen. Sie haben fast sämmtlich eine grünliche, etwas milchige Färbung und einige zeigen die Zwillingsstreifung des Oligoklases mit grösster Klarheit. Dazwischen glänzen einzelne weisse, ungestreifte Flächen von Orthoklas. Auch schwarzer Glimmer kommt nicht selten vor.

B. Nach der Structur.

Die Structur der Quarzporphyrgesteine schwankt innerhalb enger Grenzen, da die Gesteinselemente fast immer dieselben bleiben und nur die relative Menge und Grösse der letzteren einige Modificationen

bedingt. Wie erwähnt, sind in Süd-Tyrol die pechsteinartigen Erstarrungsabänderungen sehr untergeordnet und eine felsitische Grundmasse mit eingemengten Krystallen das eigentlich Normale im Gefüge. Von hier aus finden Uebergänge statt: 1) von dichter in feinkörnig krystallinische Structur, von der aber die porphyrisch eingeschlossenen Krystalle ganz unabhängig sind; 2) von dem sporadischen Einschluss einzelner Quarzkrystalle und fast ausschliesslichem Herrschen der Grundmasse bis zu einem bedeutenden Ueberwiegen der Summe der eingeschlossenen Krystalle über die Grundmasse; 3) von einem dichten und festen Zusammenhalt aller einzelnen Gesteinselemente zu einem lockeren, tuffartigen Aggregat derselben. Die beiden erstgenannten sind Erstarrungsmodificationen, die letzte, welche eine bedeutende Rolle spielt, ist eine Folge der untermeerischen Eruptionen. Die Wasserbedeckung musste überhaupt von dem grössten Einfluss auf die Ausbildung der Gesteine sein, indem sie nicht nur zu den genannten Tuffen durch Auflockerung und Wiederablagerung der in ihrem Bestande unveränderten Masse Anlass gab, sondern auch zu der Bildung der unten zu erwähnenden Conglomeratbänke.

III. Contractionsformen.

Die Art, in welcher die Masse des Quarzporphyrs durch ihre Zusammenziehung bei der Erstarrung zerklüftete, zeigt wenig Manchfaltigkeit. Gewöhnlich ist bei einer bestimmten Varietät des Gesteins Eine Absonderungsform herrschend, welche sich mehr nach dem petrographischen Charakter als nach dem geotektonischen Auftreten zu richten scheint. Zunächst ist die plattenförmige Absonderung hervorzuheben, welche an mehreren Orten auftritt und oft einen so hohen Grad der Vollkommenheit erreicht, dass man die Platten in grossen Steinbrüchen gewinnt und zum Decken der Häuser verwendet. Besonders gilt dies von dem Porphyr des Dorfes Palú an der Fersina, aus dessen Platten die Dächer in weiter Umgegend, auch von einem grossen Theil von Trient, bestehen. Die Absonderung ist durchaus ebenflächig. In ebenso ausgezeichnetem Grade, aber nicht ganz so dünnplattig findet sie sich bei dem mehrfach genannten *Branzoller Porphyr,* der an der Strasse zwischen Auer und Branzoll ansteht und als vortreffliches Strassenbeschotterungsmaterial, sowie zum Dachdecken und manchen anderen Zwecken benutzt wird. Auch hier ist die Plattung vollständig ebenflächig; nirgends bemerkte ich eine Krümmung. Ein dritter Ort, an welchem ich diese Form der Absonderung beobachtete, ist Blumau im Kuntersweg. Sie erscheint hier an dem grünlichgrauen *Blumauer Porphyr,* ist nicht so vollkommen wie bei Palú und bei Auer und krummschalig. Selten kann man ein System ebener Platten auf kurze Erstreckung verfolgen.

Die hervorragendste Stellung unter den Contractionsformen nimmt die säulenförmige Absonderung ein. Seitdem **Gerhard** im Jahr 1784 zuerst auf diese Erscheinung am Porphyr des Wildenberges bei Schönau in Schlesien aufmerksam gemacht hat [1]), hat man sie in vielen anderen Gegenden nachgewiesen; die Gegend von Botzen nahm aber immer eine hervorragende Stellung ein. **L. v. Buch** war wol der Erste, der sie in seinen „Geognostischen Beobachtungen auf Reisen" von hier beschrieb; nachher ist sie fast von jedem späteren Besucher erwähnt worden. Besondere Berühmtheit erlangte der Fels, auf welchem die weit in das Land schauende, vielbesuchte Burg Sigmundskron steht; allein gerade dieser Fels besteht nicht aus typischem Quarzporphyr, sondern aus einem Reibungsconglomerat desselben. Dasselbe tritt noch mehrfach in der Umgebung von Botzen mit dieser Eigenschaft auf, und da es dieselbe vollkommener besitzt als der Porphyr, so blieb es bisher fast allein als Beispiel der säulenförmigen

[1]) Schriften der Berliner Gesellsch. naturf. Freunde, Bd. V. S. 420, Tab. VII. — Später beschrieb sie L. v. Buch. Geognost. Beobachtungen auf Reisen, I. S. 64.

Absonderung bekannt. Doch ist dieselbe noch weiter verbreitet; als constantes Merkmal findet sie sich bei jener Abänderung des Quarzporphyrs, welche wir als *„Porphyr von Castelrutt"* bezeichnet haben. Wo und wie immer derselbe auftreten mag, stets haben die aus ihm bestehenden Berge eine ebene oder schwach convexe Oberfläche und stufen sich an den Abhängen allmälig ab, als ob jeder Berg aus übereinander liegenden convexen Schalen bestände. Der Abbruch jeder solchen Schale besteht aus dichtgedrängten, nebeneinander stehenden, unvollkommenen und oft mehrere Fuss dicken Säulen. Die äussersten sind zerbrochen und liegen in Trümmern übereinander gehäuft. Nadelholz, das nie fehlende Attribut des Quarzporphyrs, setzt sich zwischen den Trümmern fest und gibt den terrassenförmigen Abstürzen einen eigenthümlich malerischen Anblick. Unvollkommen zeigt der *Castelrutter Porphyr* diese Erscheinung am Raschötz, wo eine einzige ungetheilte dicke Platte desselben dem Thonglimmerschiefer aufliegt. Sehr charakteristisch ist sie dagegen zwischen Tagusens, Tysens und Castelrutt, an dem Calvarienberg bei letzterem Ort, ferner an den Gehängen von Tysens über Sanct Oswald nach Seiss und von hier gegen Völs, Prösls, die Neue Welt und Aicha zu beobachten. Am Tierser Thal ist der Verbreitungsbezirk der genannten Porphyrvarietät und damit auch jener charakteristischen Bergformen zu Ende. Es erscheinen flachere, allmälig ansteigende Gehänge, während dort allenthalben jene treppenförmige Abstufung herrscht und deutlich als eine Folge der säulenförmigen Absonderung hervortritt. Besonders schön ist die Erscheinung an den Ursprungsstellen kleiner Bäche, wo sich die einzelnen Stufen amphitheatralisch in weitem Bogen herumziehen; so zum Beispiel in dem obersten Theil des kleinen Thales, durch welches der Weg von Törkele nach Castelrutt führt. Auch am Kuntersweg bietet sich, selbst bei der flüchtigsten Durchfahrt, Gelegenheit, die durch unvollkommen säulenförmige Absonderung hervorgebrachte Gestalt der Abhänge zu beobachten, indem die Wände zu beiden Seiten, so weit sie aus Porphyr und nicht aus Tuffen bestehen, in hohen, aber schmalen Stufen ansteigen; nach oben werden sie breiter und niedriger, bis sich endlich in der Höhe das sanftwellige Tuffland des Rothen Sandsteins einstellt. In der Nähe von Blumau steht am rechten Eisackufer ein beinahe isolirter Obelisk, welcher aus verschiedenen übereinander stehenden und mehr und mehr abnehmenden Systemen unvollkommener Säulen besteht. Noch an vielen anderen Stellen beobachtet man eine unvollkommen säulenförmige Absonderung, so an der Strasse von Auer nach Cavalese; auch an der linken Thalwand des Etschthales sind Andeutungen davon.

Die unregelmässig polyedrische ist zwar die häufigste Absonderungsform des Quarzporphyrs, aber selbst bei ihr ist ein Streben nach dem Vorherrschen Einer, der verticalen, Richtung selten zu verkennen. Es bleibt hierdurch stets eine Andeutung der Säulenform vorhanden.

IV. Geotektonisches Auftreten.

L. v. Buch hielt den gesammten Quarzporphyr von Süd-Tyrol für eine gleichzeitig aus der Tiefe gehobene, zusammenhängende Gesteinsmasse und verglich die Spaltenthäler darin den Rissen in einem Kirchengewölbe, welche durch die Spannung der ganzen Masse entstanden seien. Bei näherer Betrachtung löst sich aber, wie aus dem Obigen hervorgeht, der Quarzporphyr in eine Anzahl von Abänderungen auf, und wenn man dieselben untersucht, so findet man für jede einen bestimmten Verbreitungsbezirk, jede als das Product einer oder mehrerer besonderer Eruptionen, jede endlich durch Reibungsconglomerate mit ihren Vorgängern und Nachfolgern verbunden. Kurz, die Eine grosse, plateauförmig über dem Thonglimmerschiefer ausgebreitete Quarzporphyrdecke ergibt sich als ein sehr zusammengesetztes System sich gegenseitig durchsetzender Eruptivmassen. Die Art und Weise, in welcher diese verschiedenen Abänderungen ineinander eingreifen, beruht im Wesentlichen auf denselben Formen des Auftretens,

welche den Quarzporphyr auch sonst charakterisiren. Gänge und deckenartig ausgebreitete Ströme sind die wesentlichsten derselben. Wie bereits erwähnt wurde, geschahen die ersten Ausbrüche des Quarzporphyrs wahrscheinlich auf dem Festland, die letzten sicher untermeerisch. Damit hängen die Lagerungsformen eng zusammen. Bei den ältesten Ausbrüchen haben dieselben mehr den Charakter lang ausgedehnter Gangzüge und mächtiger stockförmiger Massen, da sich das Material auf dem unebenen Boden, auf welchen es ausfloss, wenig ausbreiten konnte. Später aber, als das Meerwasser das eruptive Material in Angriff nahm und in Tuffbänken absetzte, ebneten diese den Boden, und wenn nun Eruptionen geschahen, so bildete sich ein Gang bis an die Oberfläche; hier floss die geschmolzene Masse über und es entstanden weit ausgedehnte Decken von festem Porphyr über älteren Tuffschichten. Das neue Material gab zur Entstehung von neuen Tuffen Veranlassung, und dies konnte oftmals wechseln. Alle diese Verhältnisse treten erst bei den späteren Porphyreruptionen ein, erst bei ihnen sind deckenförmige Lagerung und jenes scharfe Uebergehen einer Lagerungsform in die andere bei derselben Gesteinsmasse als gewöhnliche Erscheinungen zu beobachten. Stets ist bei dem Quarzporphyr die Gesammtanordnung in grossen Zügen. Nie erscheinen kleine Gangtrümmer und jene dünnschichtigen Wechsel von Sediment und Eruptivmasse, wie sie zum Beispiel bei Basalt und anderen neueren vulcanischen Gesteinen zu beobachten sind. Jedes Element tritt gebirgsbildend auf und spielt in der Gestaltung des Landes eine Rolle, und wo jene Wechsel von Porphyr und Tuffen erscheinen, nehmen sie Complexe von ausserordentlicher Mächtigkeit ein.

Das ganze Quarzporphyrplateau und das Lagorei-Gebirge bestehen, wie es scheint, ausschliesslich aus einem derartigen Wechsel von mächtigen Gangzügen, Tuffgebilden und Porphyrdecken, die in der manchfaltigsten Weise ineinander greifen und ein innerlich vielgegliedertes und doch äusserlich in seiner Gesammtgestaltung einheitliches Ganze bilden.

Ausser diesen Lagerungsformen sind nun noch die isolirten Stöcke zu erwähnen, welche der Quarzporphyr ausserhalb der Grenzen seiner zusammenhängenden Gebirgsmasse im krystallinischen Schiefer bildet. Sie treten bei Theiss, ferner im oberen Villnössthal und zwischen diesem und dem oberen Afferer Thal auf. Es scheint, dass ihre Gestalt unregelmässig ist und sich wenig in das Nebengestein verzweigt. Einzelne dieser stockförmigen Massen sind klein, wie besonders die im oberen Afferer Thal; die grösste ist die, welche sich unterhalb der Geisslerspitzen im oberen Villnössthal ausbreitet. Ausführlicher werden wir hierauf bei der genaueren geognostischen Beschreibung des Gebietes eingehen.

V. Reihenfolge der Eruptionen.

Ueber diesen Gegenstand, den wichtigsten für die geologische Kenntniss des Porphyrgebietes, vermag ich nur einige allgemeine Andeutungen zu geben, da ich blos einen kleinen Theil des Porphyrgebietes und selbst diesen nur oberflächlich kennen gelernt habe. Auch achtet man bei geologischen Reisen oft am wenigsten auf solche Dinge, die sich erst am Ende als die wichtigsten herausstellen. Ich blieb lange in dem Gedanken von der Einheit der Eruptivmasse befangen, und als mir ihre Gliederung klar wurde, war es zu subtileren Forschungen zu spät. Ich theile daher, wie bei der systematischen Zusammenstellung der Abänderungen, nur einige Beobachtungen aus der Gegend von Botzen mit.

Der *Castelrutter Porphyr* bietet den geeignetsten Ausgangspunkt, da er sich leicht als eins der jugendlichsten Gebilde erweist. Nur der Porphyr mit schwarzer obsidianartiger Grundmasse, welcher ebenfalls bei Castelrutt auftritt, dürfte jünger sein. Das erstere Gestein durchsetzt in mächtigen Gängen von Törkele herauf ältere Tuffe und breitet sich über sie und über ältere Porphyre aus. Sein Altersverhältniss zu diesen ist daher klar. Die Tuffe, welche bei Sanct Oswald anstehen, scheinen

wesentlich dem *Hocheppaner Porphyr* anzugehören, ausserdem untergeordneten Eruptionen eines oligoklasreichen Gesteins, welches bei Atzwang den grössten Theil derselben Tuffe gangförmig durchsetzt und über dem Gasthof „beim Mayrl" die einhüllende Masse mächtiger Conglomerate bildet, die über den Tuffen und unter dem Castelrutter Porphyr lagern. Es schien mir, dass die Tuffbänke am Kuntersweg mit ihrem wollsackähnlichen Verwitterungsformen ihr Material auch dem Botzener und dem Blumauer Porphyr verdanken. Um zwischen diesen drei Varietäten, dem Hocheppaner, dem Botzener und dem Blumauer Porphyr, das Altersverhältniss zu entscheiden, kann man sich nur an die Einschlüsse und die Lagerung der Eruptivmassen halten. Es scheint daraus hervorzugehen, dass der Hocheppaner der jüngste unter den dreien ist, denn er bildet die höchsten Rücken und steht in Jenesien wie bei Eppan und im Welschnovner Gebirge weit über jenen beiden an. Der Botzener Porphyr enthält Bruchstücke des Blumauer in sehr grosser Zahl, daher diese beiden keinen Zweifel über ihr gegenseitiges Altersverhältniss lassen. Beide wiederum führen Bruchstücke des Branzoller Porphyrs. Es ergibt sich daraus mit ziemlicher Sicherheit folgende Altersfolge:

8. Sanidin-Pechsteinporphyr bei Castelrutt;
7. Castelrutter Porphyr;
6. Trostburger Porphyr;
5. Layener Porphyr;
4. Hocheppaner Porphyr;
3. Botzener Porphyr;
2. Blumauer Porphyr;
1. Branzoller Porphyr.

Alle übrigen Glieder sind unentschieden. Betrachtet man den petrographischen Charakter der einzelnen Abänderungen, so zeigt sich, dass in Beziehung auf den Quarzgehalt und die mineralische Zusammensetzung überhaupt keine Entwickelung mit der Altersfolge stattfindet. Zwar ist das älteste nachweisbare Glied durch seinen bedeutenden Reichthum an Quarz ausgezeichnet und deutet auch durch den gänzlichen Mangel an Oligoklas auf besonders hohen Kieselsäuregehalt hin; allein nachher wechseln in ungeordneter Reihenfolge die verschiedensten Abänderungen und die beiden Schlussglieder zeichnen sich durch weit höheren Quarzgehalt aus als viele Porphyre der vorhergehenden Eruptionen.

VI. Eruptionserscheinungen und Secundärgesteine.

a. Verhältniss zum Thonglimmerschiefer.

Es wurde bereits mehrfach angedeutet, dass der Quarzporphyr den Thonglimmerschiefer durchsetzt. Da auf den letzteren im Alter unmittelbar Triasschichten folgen und Eruptionen nur bis zum Anfang dieser Periode reichen, so ist er auch, abgesehen von den Durchsetzungen älteren Porphyrs durch jüngeren, das einzige Gestein, mit dem die ausströmende Masse in Berührung treten konnte. Contacterscheinungen müssen in Folge dessen auf die Begrenzungslinie der Schiefer gegen den Porphyr und die isolirten stockförmigen Massen des letzteren beschränkt sein. Allein auch hier ist das gegenseitige Verhalten nur an wenigen Stellen mit Klarheit aufgeschlossen. Fast überall sieht man den Porphyr ohne irgend einen Uebergang auf dem Schiefer lagern und es lässt sich leicht nachweisen, dass alsdann die flüssige Masse sich über den flachhügeligen Schiefern ausbreitete. Nirgends ist dies klarer als an dem Raschötz, dem oft genannten nördlichsten Vorsprung des Porphyrplateau's im Gebiet des Grödner Thales. Der flache, von Süden her allmälig ansteigende und an seiner Höhenlinie prallig abgebrochene Rücken dieses Berges zeigt sich besonders von der Westseite als die Oberfläche einer dicken Porphyrplatte, welche den

Schiefern aufliegt. Diese kommen im Norden und Westen unter der Platte hervor und bilden dort die Gehänge des Villnösser Thales, hier einen alpenreichen Höhenzug, welcher das Dorf Layen trägt und dann nach der Eisack abfällt.

So deutlich wie am Raschötz sieht man die Auflagerung selten, doch lässt sie sich auch in anderen Fällen nachweisen. Sie verhüllt die Durchbruchsstellen und nur dort, wo tiefe Thalrisse und Auswaschungen durch die Porphyrdecke niedersetzen und den liegenden Thonglimmerschiefer in weiterer Erstreckung zu Tage bringen, darf man hoffen, einen Durchbruch entblösst zu sehen. Ein solcher findet sich in der That in der tiefen Thalspalte des Kuntersweges. Bei Kollmann werden die Höhen von Porphyr, der Thalboden von Schiefer gebildet; weiter thalabwärts sieht man jenen herabziehen und (oberhalb Törkele) von beiden Thalwänden her sich vereinigen, um den Schiefer in grössere Tiefe hinabziehen zu lassen. In dieser Thalstrecke war es, wo L. v. Buch schon längst ein Conglomerat nachwies, welches aus Bruchstücken des Thonglimmerschiefers in porphyrischer Masse besteht. Die Bruchstücke wachsen in der Nähe des anstehenden Schiefers zu hausgrossen Blöcken an, nehmen aber weiter nach oben bedeutend an Grösse ab. Es ist also nicht zu bezweifeln, dass man sich hier sehr nahe an einer Ausbruchsspalte befindet. Die vom Nebengestein losgerissenen grösseren Bruchstücke haben gar keine Veränderung erfahren, welche auf eine hohe Temperatur schliessen lassen könnte, und dies wird um so leichter erklärlich, als das Bindemittel selbst schon den Charakter eines durch Reibung conglomeratischen Gesteins trägt, mithin bereits merklich abgekühlt sein musste. Die kleineren Fragmente sind nicht so unverändert; an dem Weg von Törkele nach Castelrutt sieht man sie häufig im Porphyr. Sie sind gehärtet und haben eine intensiv rothe Färbung erhalten.

b. Eruptionsverhältniss der jüngeren zu den älteren Porphyren.

Ich habe schon oben angedeutet, dass die verschiedenen Abänderungen des Quarzporphyrs, welche in verschiedenen successiven Epochen zur Eruption gelangten und das Plateau nebst den angrenzenden Porphyrgebirgen zusammensetzen, nicht neben einander auftreten, sondern dass die älteren von den jüngeren Porphyren durchbrochen wurden und diese sich über jene ausbreiteten. In Gängen, in Stöcken und in gewaltigen Gebirgsmassen treten die einen in und über den anderen auf und man muss demgemäss schon *a priori* grosse Massen von Conglomeraten voraussetzen, worin Porphyr durch Porphyr verbunden ist und welche durch ihren Charakter als Secundärgebilde den Gang der eruptiven Thätigkeit erst klar und deutlich erkennen lassen. Sie erzählen durch das Verhältniss der Grundmasse zu den eingeschlossenen Bruchstücken, welches die älteren und welches die jüngeren Abänderungen sind, und man könnte aus ihnen allein die Geschichte des Quarzporphyrs vollständig entziffern. Die Secundärgesteine haben einen zweifachen Charakter, je nachdem die Bruchstücke von gleichem oder verschiedenem petrographischen Charakter mit der umhüllenden Masse sind.

1. *Breccie.* Eckige Porphyrbruchstücke liegen in einer den Bruchstücken gleichen festen Porphyrmasse. Wie bei den meisten Gebirgsarten, so ist auch hier dieses Gestein äusserst selten; denn seine Bildung setzt voraus, dass eine schon erstarrte Kruste durch die nachdrängende flüssige Masse zerstört und die Bruchstücke in diese eingeschlossen wurden, wie dies bekanntlich in den Krateren der Vulcane häufig geschieht. Es gehören hieher vielleicht einige untergeordnete Conglomerate nördlich von Botzen.

2. *Reibungsconglomerat.* Eckige Bruchstücke liegen in einer von den Bruchstücken verschiedenen festen Porphyrmasse. Obwol diese Gebilde den Breccien der vorigen Art nahe verwandt sind, muss man sie doch entschieden davon trennen, da sie weit einfachere Entstehungsverhältnisse voraussetzen und sich bei jeder Eruption bilden konnten, sobald nur das durchsetzte Gestein Porphyr war. Sie kommen daher

auch in grosser Ausdehnung vor und sind im westlichen Theil des Porphyrgebietes herrschend. Besonders merkwürdig sind sie in der nächsten Umgebung von Botzen, wo sie durch den Bau der italienischen Eisenbahn in ausgezeichneter Weise aufgeschlossen wurden. Sie bilden ringsum alle Gehänge der Aufbruchsstelle, insbesondere den Eingang in das Sarnthal, den Felsen von Sigmundskron und die unteren Theile der Nord- und Westgehänge des Rothsteins. Was diese Gebirgsart besonders charakterisirt und über ihre Entstehungsweise niemals Zweifel lässt, das ist ihre bedeutende Festigkeit und die Aehnlichkeit ihrer Berg- und Felsformen mit denen des normalsten Porphyrs. Die umschliessende Porphyrmasse ist unabhängig von den Einschlüssen normal erstarrt und hat diese so fest in sich eingeschmolzen, dass niemals eine Kluftfläche durch sie eine Unterbrechung ihrer Stetigkeit erleidet und der Schlag des Hammers das Gestein mit den Einschlüssen gleichmässig zertrümmert. Dies nun ist auch der Grund, wesshalb die Absonderung des Reibungsconglomerates dieselbe ist, wie die des Quarzporphyrs. Die schönste säulenförmige Absonderung bietet der Felsen dar, auf welchem in bezaubernd schöner Lage die das weite Etschland beherrschende Burg Sigmundskron steht [1], und gerade dieser Felsen ist das charakteristischste Reibungsconglomerat, dasselbe, welches an der Eisackbrücke bei Botzen ansteht. Auch hier fehlt es nicht an Spuren jener Absonderung; allein typischer tritt sie erst wieder am Eingang in den Kuntersweg auf. Plattenförmige Absonderung scheint bei dem Reibungsconglomerat nicht vorzukommen.

Die Verbreitung dieses Gesteins ist eine überaus grosse; es fehlt kaum an einer Begrenzungsstelle von zwei Porphyrabänderungen. Man darf es aber nicht auf dem Plateau suchen, sondern in der Tiefe. Die vielen Schluchten und Spalten schliessen es allenthalben auf, so das Höllenthal, der Brantenbach, das Karneider Thal u. s. w. Am ausgezeichnetsten aber findet sich das Conglomerat in der wildromantischen Schlucht des Sarnthals, die überhaupt in ihren grossartigen Engen ein reiches Material zu genauerem Studium der Porphyre zu bieten scheint, und im Etschthal selbst. Eine Wanderung von Auer nach Botzen an den Wänden hin bietet eine überreiche Manchfaltigkeit von Porphyrabänderungen und von seinen secundären Gesteinen.

c. Plutonische Sedimente des Quarzporphyrs.

3. *Tuffconglomerat.* Runde und eckige Bruchstücke verschiedener Porphyre liegen in einer tuffartig lockeren, aus porphyrischen Bestandtheilen gebildeten Grundmasse. Es stellen sich meist Spuren von Schichtung ein, die ellipsoidischen Bruchstücke liegen mit ihren zwei längeren Achsen horizontal.

Wenn man den Kuntersweg von Norden betritt, so wird man, mit Ausnahme einer kleinen Unterbrechung vor dem Törkele-Wirthshaus, bis zur Mündung des Seisser Baches von porphyrischen Steilwänden begleitet, welche nirgends eine scharfe Kante und Ecke erscheinen lassen. Alles ist abgerundet und Reuss verglich die Wände sehr passend übereinander geschichteten Wollsäcken. Dass aber diese Formen nicht, wie derselbe annimmt, für den Porphyr charakteristisch sind, das beweisen die Abhänge bei Atzwang und weiterhin in dem Engpass. Hier treten jene scharf markirten, durch die säulenförmige Absonderung hervorgerufenen Terrassenbildungen, welche wir als die typische Form von steilen Porphyrabhängen bezeichneten, charakteristisch auf. Jene wollsackähnlichen Formen aber gehören einem ungleich leichter zersetzbaren Gestein an. Eine lockere porphyrische Masse, grösstentheils von

[1]) Dieselbe säulenförmige Absonderung der Porphyrbreccie erwähnt Hausmann vom Badener Berge bei Baden am Schwarzwald. — Hausmann, Geognost. Bemerk. üb. d. Gegend v. Baden bei Rastatt, S. 24, — und „über die durch Molecularbewegungen in starren leblosen Körpern bewirkten Formveränderungen" (Abhandlungen d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, Bd. VI, VII. 1856; Separatabzug, S. 115).

grüner Farbe, mit Quarz und Feldspathkrystallen und oft auch reich an schwarzem Glimmer, umschliesst Bruchstücke von festem Porphyr, meist von verschiedenen Varietäten und abgerundet. Hier ist von jenem massigen Auftreten, von der festen Verschmelzung von Grundmasse und Einschlüssen zu Einem Gestein, von der säulenförmigen Absonderung keine Spur mehr vorhanden. Die Entstehungsart ist eine durchaus andere und entspricht jener der Conglomerate im Rothliegenden Mitteldeutschlands. Es sind Bildungen, an denen Hitze und Wasser gleichen Antheil haben, Bildungen, welche nur am Grunde des Meeres entstehen konnten und der erste entschiedene Beweis für die submarinen Eruptionen des Porphyrs sind. Sie sind durch allmäligen Uebergang mit dem festen Gestein verbunden, welches durch seine Zerstörung im heissflüssigen Zustand das Material zu dem Bindemittel gab. Nur die ersten Eruptivmassen treten selbstständig auf; jeder spätere Ausbruch war von dergleichen Tuffbildungen begleitet; dies beweist die Ueberlagerung und Durchsetzung der Tuffconglomerate durch massigen normalen Porphyr. Auch hierfür bieten die Wände des Kuntersweges ein überaus schönes Beispiel: Trostburg, ein altes römisches Castell, jetzt Schloss der Grafen von **Wolkenstein**, liegt oberhalb der Einmündung des Grödner Baches in die Eisack auf ausgezeichnetem Tuffconglomerat, das noch ungleich schöner 1000′ höher am Gasthaus „beim Mayrl" auftritt. Auch das Dorf Tagusens liegt darauf. Verfolgt man das Gebilde von Trostburg südwärts, so wird bald der Abhang etwas complicirter. Die Eisack fliesst im Thonglimmerschiefer; darüber folgt dessen Reibungsconglomerat; die Bruchstücke nehmen nach oben an Grösse ab und gehen durch die oben angedeutete Veränderung in kleine hellrothe Einschlüsse über, welche in dem dichten rothen Porphyr liegen. Dieser Porphyr hat die Tuffe durchbrochen und sich über sie ausgebreitet; er steht als Gang bis hinauf nach Castelrutt an und unmittelbar jenseits des Ganges folgt die Fortsetzung der Tuffe von Trostburg. Sie sind ungemein mächtig und in weiter Erstreckung durch die grossartigen Auswaschungen blossgelegt, welche der von Castelrutt herabkommende vielverzweigte Wildbach ausführte. Der Anfangs enge Thalkessel erweitert sich nach oben terrassenförmig-amphitheatralisch; in rothen, hohen, fast senkrechten und jene wollsackähnlichen Verwitterungsformen darbietenden Wänden steigen die Terrassen an. Endlich erreicht man die Stufe, auf welcher jenseits Tagusens liegt; hier ist sie ein wenig unterhalb des Dorfes Tysens und zieht fort nach Sanct Oswald (Matrung), um bei der Burg Aicha zu endigen. Diese Stufe von Aicha bis Tagusens würde ein weites, nur von dem erwähnten Thal unterbrochenes Tuffplateau darstellen, wenn nicht die in dem Gang angedeutete spätere Eruption die ganze Fläche mit einer neuen Porphyrmasse bedeckt hätte. Sie hat sich weithin ausgebreitet und lässt den Tuffen nur einen schmalen, durch seine Fruchtbarkeit ausgezeichneten und reich bewohnten Streif. Mit prachtvollen Wänden, welche durch den Wechsel des regellosen Gewürfels des säulenförmig zerklüfteten Porphyrs mit spärlichem Fichtenwald ein malerisches Ansehen erhalten, erhebt sich der Porphyr aus dieser fruchtbaren Zone und bildet die kleinen, steilwandig aufgesetzten Plateaux zwischen Seiss und Matrung, sowie zwischen Castelrutt und Tagusens, auf deren Rücken sich dann abermals Tuffbildungen entwickeln. Ich werde später bei der Localbeschreibung auf die Art des Auftretens und die Verbreitung dieser Porphyrvarietät näher eingehen.

Die beschriebenen porphyrischen Tuffbildungen an den Wänden über dem Kuntersweg können in ihrem petrographischen und geognostischen Verhalten als Typus dienen. Es fällt, wenn man damit die Tuffe der Basalte, der Grünsteine und der nachher zu beschreibenden des Augitporphyrs vergleicht, sogleich das Grossartige im Aufbau auf. Beim Quarzporphyr ist Alles in grossen, gewissermassen massiven Zügen entwickelt. Er bildet ausser dem grossen geschlossenen Plateau nur noch einzelne Stöcke, nirgends schmale Gänge. Analog sind seine Tuffbildungen. Es finden sich nicht jene stromartigen Schichten des Eruptivgesteins, wie sie mit anderen Tuffen so häufig wechsellagernd vorkommen. Der

Porphyr tritt nur unter und über den in colossaler Mächtigkeit und durchaus gleichförmig abgelagerten Tuffen auf und immer selbst in bedeutenden Massen.

4. *Tuffsandstein.* Die Tuffconglomerate ändern sich in höheren Lagen bedeutend. Es stellt sich allmälig deutliche Schichtung ein, die Grösse der Einschlüsse nimmt ab, sie tragen durch allseitige Abrundung die Zeichen heftiger Bewegung und haben die gleiche Lage, wie in allen sedimentären Conglomeraten. In einzelnen Schichten fehlen sie ganz und das Bindemittel, eine lockere, tuffartige Masse, vorwaltend aus Feldspath- und Quarzkörnchen bestehend, bleibt allein übrig, bis endlich der rothe *Grödner Sandstein,* wie er früher geschildert wurde, als das tiefste Glied der Trias daraus hervorgeht. Ein so allmäliger Uebergang findet z. B. bei Theiss statt. In den meisten Fällen geschieht die Entwickelung der rothen Sandsteine aus dem Porphyr ohne die Conglomerate. Es scheint, dass dies einigermassen von der Art des Porphyrs oder vielleicht richtiger von dessen Alter abhängt. So wird der Uebergang des *Porphyrs von Castelrutt* in den Sandstein bei den Orten Ums, Völs, Seiss, Castelrutt, S. Michaël und S. Ulrich nur durch ein allmäliges Lockerwerden des Gefüges und Auftreten einiger Schichtungsflächen vermittelt. Das feste Eruptivgestein wird dickbankig abgesondert und allmälig entsteht daraus geschichteter Sandstein, zuweilen noch mit einzelnen kleinen Porphyrbruchstücken. Vortreffliche Beispiele dieses Ueberganges bieten auch: der Weg von Moëna nach dem Caressa-Pass, Ober-Eggen, Kloster Weissenstein und viele andere Punkte.

4. Augitporphyr [1]).

Seitdem **L. v. Buch** in grossartigen Zügen die Rolle gezeichnet hat, welche er den schwarzen Porphyren Süd-Tyrols für die Geschichte dieses Landes und den Bau des ganzen Alpenzuges zuschrieb, nahmen dieselben in der Reihe der süd-tyrolischen Eruptivgesteine fortdauernd das grösste Interesse in Anspruch. Und wol mit Recht; denn wenn auch **Buch** in seinen Folgerungen zu weit ging, die Rolle des Augitporphyrs für den Gebirgsbau in unserem kleinen Gebiet hat sein umfassender Blick zuerst und in ihrem vollen Umfang erkannt.

Der Flächenraum, welchen die Gebirgsart einnimmt, ist zwar untergeordnet; allein nicht in dem massenhaften Auftreten liegt ihre Bedeutung, sondern in der eigenthümlichen an sie geknüpften eruptiven Thätigkeit und den begleitenden Erscheinungen. Der Augitporphyr eröffnet eine ganz neue Eruptionsperiode, welche ausschliesslich der oberen Trias angehört. Alle in derselben hervorbrechenden Gesteine, welche wir im weiteren Verlauf betrachten, stehen mit ihm in Causalzusammenhang.

So scharf dadurch die geologische Rolle des Augitporphyrs gezeichnet ist, so bestimmt ist er nach seinem geognostischen Auftreten und seiner Verbreitung den anderen Gesteinen gegenübergestellt; ebenso genau ist er auch durch seine petrographische Beschaffenheit als eine bestimmte Gesteinsgruppe charakterisirt.

I. Allgemeiner petrographischer Charakter.

Der Augitporphyr ist in seiner reinsten Gestalt, wie er an der Seisser Alp auftritt, ein basaltschwarzes Gestein mit dichter Grundmasse und inliegenden Krystallen von *Augit* und *Labrador*. Die Augitkrystalle erreichen meist die Grösse von zwei bis drei Linien, diejenigen des Labradors sind hinsichtlich der Grösse sehr untergeordnet, walten aber meist an Zahl bedeutend vor. Ausserdem ist *Titaneisen* fein eingesprengt. Das specifische Gewicht erreicht dieselbe Höhe wie bei dem Basalt (2,9 — 3,1),

[1]) In der Bedeutung, in welcher ich diese Benennung in dem Aufsatz: „Bemerkungen über die Trennung von Melaphyr und Augitporphyr" (Wiener Sitzungsberichte, Bd. XXXIV. S. 367 ff.) angewendet habe.

dem überhaupt das Gestein petrographisch sehr nahe steht. — Von diesem einfachen Charakter finden vielfache Abweichungen statt, indem bald die Krystalle gegen die Grundmasse zurücktreten, bald an Menge vorwalten, bald Augit allein vorhanden ist, bald noch andere Mineralien, insbesondere grosse Krystalle von *Oligoklas* hinzukommen. Ich habe alle diese Verhältnisse an einem anderen Ort ausführlicher behandelt und gehe daher hier nicht noch einmal darauf ein. Es liesse sich nach jener Darstellung eine Reihe von Abstufungen der mineralischen Zusammensetzung unterscheiden, welche durch das Zurücktreten der Augitkrystalle gegen feinvertheilte Hornblende und der kleinen Labradorkrystalle gegen grössere von Oligoklas einen Uebergang in das Hornblende-Oligoklas-Gemenge des Melaphyrs vermitteln. Die Anzahl der möglichen Zwischenglieder bis zu diesem Normaltypus ist unendlich, die der wirklich vorhandenen sehr gross. Als einige Mittelpunkte, um welche sie sich schaaren, liessen sich folgende Abstufungen unterscheiden:

1. Augit-Labrador-Gemenge: Augitporphyr der Seisser Alp. Krystalle von Augit und Labrador, die in ihrem relativen Mengenverhältniss schwanken, liegen in einer feinkörnigen bis dichten Grundmasse, die aus einem mikrokrystallinischen Aggregat derselben Mineralien (oder bei weit vorgeschrittener Augitausscheidung nur aus Labrador?) und Titaneisen besteht. Seisser Alpe, Molignon, Cigolon, Val di Monzoni, Pozza-Alpe, Ciaplaja, Bufaure, Toazzo, Gänge am Latemar. Auch der *Uralitporphyr* vom Viesena ist hieher zu rechnen.
2. Schwarze (hornblendehaltige?) Grundmasse mit grossen Augit-, kleinen Labrador- und vereinzelten grossen Oligoklaskrystallen. — Gänge am Sasso Vernale und am Toazzo, Augitporphyr des Soracrep. Die Hauptmasse an den unteren Gehängen des Toazzo bildet eine Uebergangsstufe, die zwischen 1 und 2 einzureihen ist. Der Unterschied zwischen den Oligoklas- und Labradorkrystallen ist analog dem der zusammen vorkommenden Krystalle von Orthoklas und Oligoklas, indem sich in beiden Fällen der kieselsäurereichere Feldspath gegen den basischeren durch bedeutendere Grösse seiner Krystalle, durch ein frischeres Ansehen nach Eintritt der Zersetzung, grössere Härte und andere Färbung auszeichnet.
3. Ein vollkommenes Mittelgestein zwischen Melaphyr und Augitporphyr bildet den Gipfel der Margola bei Predazzo.

Alle weiteren Zwischenglieder nähern sich noch mehr dem Hornblende-Oligoklas-Gemenge, indem diese beiden Mineralien mehr und mehr in der Zusammensetzung die Oberhand gewinnen, und sollen bei dem Melaphyr angeführt werden.

II. Abänderungen nach der Structur[1].

Die Erstarrungsmodificationen des Augitporphyrs schwanken dort, wo er in Gängen und Stöcken zwischen anderen Gesteinen eingeschlossen ist, sowie wo er in kuppenförmigen Massen auf dem Festland auftritt, innerhalb ebenso enger Grenzen wie die des Quarzporphyrs. Er erscheint alsdann in einer Reihe von Ausbildungsformen, welche um die porphyrische Structur als die normalste unseres Gesteins schwanken und sich wesentlich durch den verschiedenen Grad der Feinkörnigkeit der Grundmasse, sowie durch das Vorwalten, Zurücktreten oder gänzliche Verschwinden der porphyrisch ausgeschiedenen Krystalle von einander unterscheiden. Allein eine ungleich grössere Reihe von Modificationen findet sich dort, wo die Eruptionen untermeerisch stattfanden, was bei dem Augitporphyr das gewöhnliche Verhalten

[1] Die Veränderungen, welche der Augitporphyr durch die Zersetzung erleidet, insbesondere die Bildung des *Uralitporphyrs*, habe ich im XXVII. Band der Wiener Sitzungsberichte („Ueber Bildung und Umbildung" u. s. w.) ausführlich besprochen.

ist. Der innere Theil grösserer derartiger Eruptivmassen muss natürlich denselben Schwankungen der Structur unterliegen, wie die Gesteine von dem vorigen geotektonischen Verhalten, da er ja auch zwischen anderen Gesteinsmassen sich langsam unter den nämlichen Verhältnissen abgekühlt hat. Allein die äusseren Theile von grösseren sowie die gesammten kleineren Eruptivmassen erstarrten unter dem Einfluss des umgebenden Wassers, also unter wesentlich anderen Umständen, und müssen mithin auch einer ganz anderen Reihe von Erstarrungsmodificationen unterliegen. Abgesehen von der schnelleren Abkühlung, welche das Wasser verursacht, musste dasselbe auch durch die feurigflüssigen Eruptivmassen in Dampf verwandelt, die letzteren aber durch die Macht dieses Processes von Dampfblasen durchdrungen und gewaltsam zerrissen werden. Auch bei dem Quarzporphyr fanden sich nach der obigen Darstellung untermeerische Ausbrüche und damit dieselben Einflüsse auf die petrographische Ausbildung. Allein bei der chemisch verschiedenen Masse wirkten auch dieselben Agentien in verschiedener Weise. Es ergab sich dort ein einfacher Uebergang von dem festen, vertical zerklüfteten Porphyr durch allmäliges Hinzutreten horizontaler Kluft- und Schichtungsflächen und durch Lockerwerden des Gesteins in die gutgeschichteten rothen Grödner Sandsteine, die wir als Sedimentärtuffe des Quarzporphyrs bezeichneten. Bei dem Augitporphyr findet dieser Uebergang ebenfalls statt, aber hier treten unendlich zahlreichere Zwischenstufen auf, welche gewissermassen auf verschiedenen, einander bald parallelen, bald sich gegenseitig durchkreuzenden Wegen die Vermittelung zwischen dem massigen Augitporphyr und seinen Sedimentärtuffen bewirken. Bald wird nur, wie erwähnt, die zähe Masse von Gasblasen durchdrungen, bald unterliegt sie demselben Process, nachdem sie auf ihrem Wege sich mit zahllosen scharfkantigen Bruchstücken angefüllt hatte; bald ist die Masse bedeutend genug, dass nur die Oberfläche afficirt werden konnte, bald strömen nur geringe Mengen aus und werden unmittelbar schichtförmig abgelagert, und so entstehen oft die manchfaltigsten Combinationen und geben zu einem verwirrenden Reichthum von Ausbildungsformen Anlass. Wir gehen im weiteren Verlauf ausführlicher auf dieses wesentlich geotektonische Moment ein. Es wird uns zur Unterscheidung von 1) massigem Augitporphyr, 2) Eruptivtuffen und 3) Sedimentärtuffen führen. Als wesentlich unterscheidender Charakter des ersteren lässt sich nur die massige Zerklüftung, das heisst die Unabhängigkeit derselben von der Horizontalebene, hervorheben. Nur deren Structurverhältnisse gehören hieher.

Die *porphyrische Structur* bildet den Ausgangspunkt aller Structurformen des Augitporphyrs. Obsidianartige Flüsse und verschlackte Bildungen fehlen ganz, ebenso (wenn wir von dem später zu erwähnenden *Hypersthenit* absehen) krystallinisch-körnige Ausbildung; die Grundmasse hält sich in den Grenzen eines feinkörnigen und dichten Gefüges. Inwiefern das Verhältniss derselben zur Menge der eingeschlossenen Krystalle schwankt, habe ich an einem anderen Ort angegeben [1]).

Mandelsteinartige Structur ist häufig, wie bei allen basischen Gesteinen. Doch lässt sich für alle mandelförmigen Einschlüsse und rundlichen Hohlräume leicht eine mehrfache Entstehungsart nachweisen, und so ähnlich auch oft die Producte derselben einander sind, verlangt doch die genetische Verschiedenheit für den Augitporphyr eine scharfe Trennung und eine Beschränkung des Begriffes „Mandelstein". Es lassen sich folgende Gruppen ähnlicher Bildungsproducte unterscheiden:

1) Die äusseren Theile einer frei an der Luft erkalteten Eruptivmasse sind mit blasenförmigen, nach oben erweiterten Hohlräumen erfüllt und in den letzteren Infiltrationsproducte abgelagert. Die Blasenbildung ist auf einen bestimmten Abstand von der äusseren Oberfläche beschränkt. Ich fand dieses Verhältniss in ausgezeichneter Weise am Melaphyrmandelstein des Buchberges bei

[1]) a. a. O. S. 392, 393.

Landshut in Schlesien, wo eine mächtige Schale von Mandelstein das feste Gestein des Berges umgibt und in bestimmtem Abstand in dasselbe übergeht. Auch sind solche Bildungen noch von vielen anderen Orten bekannt und werden besonders häufig an den äusseren Theilen der Lavaströme beobachtet. Die so entstandenen Mandelsteine sind als die eigentlich normalen zu betrachten, da bei der Bildung der Hohlräume ebenso wenig als bei der Erstarrung des Gesteins irgend ein fremder Umstand störend einwirkte. Alle Umstände deuten darauf hin, dass bei allen diesen Bildungen irgend ein Bestandtheil wegen der plötzlichen, durch das Hervortreten an die Erdoberfläche verursachten Verminderung des Druckes in den gasförmigen Zustand übergeht, in ähnlicher Weise, wie dies Abich bei der Bimssteinisirung des Obsidians nachgewiesen hat. Nur dadurch würde sich auch das Beschränktsein der Blasenbildung auf eine äussere Schale erklären lassen. Nur die auf diesen genetischen Vorgang beziehbaren Modificationen des festen Augitporphyrs bezeichnen wir mit dem Namen: *„Augitporphyrmandelstein"* oder *„mandelsteinartiger Augitporphyr"*.

2) Die ganze, meist wenig ausgedehnte Gesteinsmasse ist von unregelmässigen, durcheinander gewundenen und manchfach verschlungenen Hohlräumen durchzogen, welche leer oder mit Zersetzungsproducten des Gesteins erfüllt sind. Alles deutet auf heftige Vorgänge bei der Entstehung, und da diese Modificationen nur bei untermeerischen Ausbrüchen des Augitporphyrs vorkommen, so lassen sie sich nur durch das gewaltsame Eindringen des Wasserdampfes erklären. Die Producte dieses Vorgangs sollen später bei Besprechung der Tuffbildungen näher behandelt werden. Denn es ist klar, dass sie dem normal erstarrten Augitporphyr nicht zugerechnet werden können. Durch die bedeutende Abgabe von Wärme zur Dampfbildung, durch das gewaltsame Eindringen des Dampfes und das Zerreissen der Gesteinsmasse waren so abnorme Erstarrungsverhältnisse gegeben, dass sie einen wesentlichen Einfluss auf die erkaltende Masse haben mussten. Wir bezeichnen daher alle Modificationen des Augitporphyrs, deren Hohlräume von Wasserdampf und am Meeresboden gebildet wurden, als *„Tuffmandelsteine"*.

3) Eine dritte Form sogenannter Mandelsteinbildung muss nothwendig ganz und gar von den eigentlichen Mandelsteinen getrennt und unter die *Reibungsconglomerate* gestellt werden; es sind dies jene Gesteine, welche kleine rundliche Kalkeinschlüsse enthalten, deren jeder Einem Individuum angehört, oder wenn sie an Grösse zunehmen, aus grobkörnigem krystallinischen Kalk bestehen. (S. unten „Reibungsconglomerate".)

4) Als eine vierte Bildungsweise der Mandelsteine ist diejenige zu betrachten, welche Bunsen für die isländischen Gesteine annimmt und durch das Experiment begründet hat. Tuffe werden durch Zersetzung in Palagonit verwandelt und in diesem entwickeln sich durch den Contact neuer Eruptionsmassen die zeolithischen Einschlüsse. Man könnte diese Gesteine als *„metamorphische Tuffmandelsteine"* bezeichnen. Sie sind natürlich von dem normalen Eruptivgestein noch weiter zu trennen, als unsere früheren Tuffmandelsteine, und gehören zu den Tuffbildungen im Allgemeinen.

Augitporphyrmandelsteine finden sich allenthalben, wo die Eruptionen nicht untermeerisch stattfanden: an dem Lagergang des West- und Nordrandes der Seisser Alp (Pufler Loch, From-Bach, Cipit), am Toazzo u. s. w.; Tuffmandelsteine sind häufig in dem gesammten Hauptgebiet der Eruptivtuffe (Molignon, Ciaplaja, Cigolon, Sasso di Capell u. s. w.); mandelsteinartige Reibungsconglomerate fehlen nirgends, wo Kalk von Augitporphyr durchsetzt wird, und sind auf diese Grenzen beschränkt, während die metamorphischen Tuffmandelsteine dem Augitporphyr Süd-Tyrols nicht eigen zu sein scheinen, sowie ihm auch die Palagonite, deren Muttergestein, fehlen. Es versteht sich von selbst, dass Combinationen der verschiedenen Mandelsteinbildungen vorkommen; insbesondere konnten bei den genannten

Reibungsconglomeraten nach ihrer Eruption noch leicht die Bedingungen zur ersten und zweiten Art von Mandelsteinbildung stattfinden.

Hinsichtlich der Abänderungen des Grundgesteins erleiden die eigentlichen normalen Mandelsteine eine bedeutende Beschränkung, indem sie nur bei den normalsten Augitporphyren vorkommen. Weder der Melaphyr selbst, noch die die Mitte haltenden Uebergangsgesteine enthalten jemals Blasenräume; sie fehlen dem Gestein des Monte Margola und des Soracrep, aber auch bei dem *Uralitporphyr* ist keine Spur derselben vorhanden, und doch lässt sich leicht der Beweis führen, dass die Eruptionen dieser Gesteine nicht untermeerisch stattfanden (Umgegend von Predazzo). Die Thatsache muss um so mehr auffallen, als z. B. in Mitteldeutschland gerade der Melaphyr so häufig mandelsteinartig ausgebildet ist. Jene Pseudomandelsteine mit eingeschmolzenen Kalkfragmenten fehlen natürlich keinem der genannten basischen Eruptivgesteine, wenn sie Kalk durchbrochen haben.

III. Contractionsformen.

Der Augitporphyr der Seisser Alp ist ausgezeichnet *säulenförmig zerklüftet*. Wie eine Gallerie stehen die fünf- und sechsseitigen Säulen um den ganzen Steilrand der Alpe zu Millionen herum und gewähren oft einen prachtvollen Anblick. Eine sehr untergeordnete hinzutretende Querzerklüftung lässt sie leicht in Bruchstücke zerfallen und diese bilden ein Trümmerhaufwerk, das oft den grössten Theil der Säulen verdeckt. Am schönsten sind sie am Puflatsch. Längs des Randes bildet der Augitporphyr eine in gleicher Mächtigkeit den Halobienschiefern eingelagerte Masse in Form einer grossen Schicht oder Platte, und diese ganze Platte scheint in Säulen zerklüftet zu sein, welche senkrecht zu den Flächen stehen. Es lässt sich *a priori* folgern, dass, wenn die Gangmasse an Mächtigkeit sehr bedeutend zunimmt, die senkrechte säulenförmige Zerklüftung nicht mehr stattfinden könne. Denn indem die Erstarrung unendlich langsam von beiden Gangflächen nach dem Innern fortschreitet, kann die Masse bei der Contraction in sich selbst zusammensinken und der geringste Druck von oben verhindert die Bildung senkrechter Säulen. Wenn aber bei einer örtlich beschränkten bedeutenden Erweiterung des Ganges durch die Erstarrung allseitig eine feste, sich selbst tragende Rinde entstanden ist, so müssen andere Verhältnisse eintreten. Die flüssige Masse ist alsdann in eine feste Schale eingeschlossen, und wenn sie erkaltet, so kann die Masse nicht mehr nachfolgen. Daher muss abermals Zerklüftung des erstarrenden Kerns eintreten, und zwar Zerklüftung senkrecht auf die innere Fläche der Hülle. Da aber diese rund ist, so müssen die Säulen convergiren und eine *radiale säulenförmige Absonderung* entstehen. — Was sich *a priori* folgern lässt, das zeigt sich in ausgezeichneter Weise im Verfolg desselben Ganges an der Seisser Alp, den wir eben betrachteten. Am Ostabhang des Puflatsch ist er noch in der beschriebenen geringen Mächtigkeit; da erweitert er sich im „Pufler Loch" plötzlich in auffallender Weise, um am Pizberg wieder zusammenzuschrumpfen. Die grosse Augitporphyrmasse zeigt weder säulenförmige Zerklüftung im Grossen, noch ist eine solche auf die Berührungsflächen mit den durchsetzten Gesteinen beschränkt. Sie ist im Allgemeinen gleichmässig dicht und unregelmässig polyedrisch zerklüftet. Da zeigen sich mitten darin, dort, wo die Berührungsflächen mit dem durchsetzten Gestein am weitesten entfernt sind, grosse Kugeln von 30—40′ Durchmesser mit radial säulenförmiger Absonderung. Meist sind bei den grössten Kugeln mehrere Lagen oder Schalen, jede mehrere Fusse dick, zu unterscheiden, die ganz aus excentrisch verlaufenden Säulen bestehen. Diese Kugeln sind am Weg, der von St. Ulrich nach der Seisser Alp führt, zu beobachten.

Die Säulen des Augitporphyrs haben meist eine Dicke von 8—14″ und sind 3- bis 7-seitige unregelmässige Prismen. Die radialen sind dünner und noch unregelmässiger. Die ursprünglich senkrecht stehenden

finden einige Anwendung; in dem Dorf Seiss kann man eine grosse Menge der schönsten Säulen sehen, welche als Thürschwellen, Bänke und als Pfeiler am Wege dienen.

Ausser der säulenförmigen kommt auch die *kuglige Absonderung* vor, aber nur sehr untergeordnet. Am ausgezeichnetsten ist sie in einem lagerartig im Tuff auftretenden Augitporphyr an dem Wege von Caprile im Venetianischen nach Colle di Santa Lucia ausgebildet. Wie Bomben liegen die concentrisch-schaligen Kugeln dicht neben einander, so zwar, dass die äussersten Schalen benachbarter Kugeln in einander übergehen. **Brocchi** beobachtete dieses Gestein zuerst und nannte es *„Kugelbasalt"*; **Fuchs** hat es abgebildet. Weniger vollkommen kommt die kugelförmige Absonderung im Duron-Thal und am Molignon vor. Die einschliessenden Gesteine sind stets Eruptivtuffe, und zwar von solchen Abänderungen, welche ganz und gar den Charakter massiger Gesteine tragen, und stets ist, wie es scheint, der kuglig abgesonderte Augitporphyr in seiner Ausdehnung sehr beschränkt.

Sehr untergeordnet kommt *plattige Absonderung* bei dem Augitporphyr vor; sie ist auf einige kleine Gänge beschränkt, in denen die Absonderungsflächen den Wänden des Ganges parallel sind.

Diese drei regulären Contractionsformen finden sich nur bei gangförmigem Auftreten des Augitporphyrs. Wo er selbstständig Gebirgsmassen bildet, sind dieselben nie zu beobachten; es tritt an deren Stelle eine höchst unregelmässig-massige polyedrische Zerklüftung, in welcher die horizontale Richtung am wenigsten, die senkrechte am meisten zur Geltung kommt. Beim Quarzporphyr fanden sich die Gebirgsmassen des Castelrutter Porphyrs in eine Reihe mächtiger Schalen abgesondert und jede derselben war senkrecht gegen die Flächen säulenförmig zerklüftet. Diese Erscheinung findet sich nie bei Augitporphyr. Aber auch wenn bei jenem Gestein ein so hoher Grad der Vollkommenheit nicht erreicht ist, zeigt sich allemal ein viel deutlicheres Vorwalten der senkrechten Richtung, als beim Augitporphyr, und auch die horizontale, wiewol sie der vorigen untergeordnet ist, kommt bei weitem mehr zur Geltung, als bei diesem Gestein.

IV. Eruptionserscheinungen und Secundärgesteine des Augitporphyrs.

a. Geotektonik.

Der Augitporphyr tritt vorwaltend in Form von Gängen und Strömen, seltener in kuppenförmig erhobenen Massen auf. Er kommt hierin dem Melaphyr einerseits, den untergeordneten Eruptionen von Basalt andererseits sehr nahe. Die Kegel aber und die weit ausgedehnten Gebirgsmassen des letzteren hat der Augitporphyr in Süd-Tyrol nicht aufzuweisen; dazu wäre viel zu wenig Substanz vorhanden gewesen.

Gänge. — Einen prachtvollen, bereits mehrfach erwähnten, *Lagergang* bildet der Augitporphyr der Seisser Alp in Sedimentärtuffen unmittelbar über den hornsteinführenden Kalken. Als Gang erweist sich die lagerförmige Masse durch ihre an der oberen Grenze ausgeübte Contactwirkung, indem sie die Halobia-Schiefer gehärtet und zusammengefrittet hat, ferner durch die gleiche petrographische Beschaffenheit des Gesteins in der ganzen Mächtigkeit, durch die auf die angrenzenden Schichtflächen senkrechte säulenförmige Absonderung, endlich dadurch, dass der Augitporphyr am Puflatsch nicht immer genau das gleiche Niveau zwischen den Schichten innehält, sondern einzelne derselben bald unter, bald über ihm erscheinen. Die Erstreckung, in welcher der Gang am senkrechten Abbruch der Schichten zu verfolgen ist, beträgt mehrere Stunden; bei S. Christina kommt er in das Grödner Thal herab und setzt jenseits desselben fort. Dies ist der einzige nachweisbare Lagergang, mit Ausnahme einzelner in ihren Dimensionen sehr unbedeutender am Bufaure.

Quergänge sind ungleich häufiger. Ihnen gehören die beiden bedeutenden Partien unseres Gesteins

bei Moëna an, deren eine sich vom Soracrep nach dem Monte Rocca zieht, während die andere einen ansehnlichen Theil des Latemar-Gebirges bildet. Die erstere ist ein ca 15000′ langer, im San Pelegrin-Thal mehrere tausend Fuss breiter, nach beiden Enden aber sich eng auskeilender Gang. Sein allgemeines Streichen ist h. 2; es ist aber wahrscheinlich, dass die Gangmasse das Product von zwei Eruptionen ist, da das Gestein der Pozza-Alpe (östlich vom Soracrep) ein anderes, augitärmeres, ist, als das der Pesmeda-Alpe. — Wenn schon dieser Gang durch die ausserordentliche Mächtigkeit des mittleren Theils ein wenig den Charakter einer stockförmigen Masse trägt, so ist dies in noch höherem Grade mit dem Augitporphyr des Latemar der Fall. An der Strasse zwischen Predazzo und Moëna sieht man einige hundert Schritt hinter Forno dies Gestein in einem mächtigen Gang den Kalk durchbrechen. Verfolgt man ihn in der Streichungsrichtung nach Nordwest, so behält er Anfangs die gleiche Mächtigkeit und damit den Charakter eines Ganges bei; allein plötzlich dehnt er sich bedeutend aus und bildet die Gebirgsmasse des Toazzo zwischen Campo-Berg und dem eigentlichen Latemar. Es scheint, dass die gangförmige Masse sich hier theils über dem Kalk ausgebreitet, theils denselben in grosser Ausdehnung zertrümmert und ungeheuere Bruchstücke in sich eingeschlossen hat.

Ausser diesen bedeutenden Gangmassen ist nun noch eine Unzahl kleinerer Gänge zu erwähnen, welche in dem gesammten vom Quarzporphyr begrenzten Raume allenthalben auftreten. Die Seisser Alpe hat dieselben in ausgezeichneter Weise aufzuweisen, besonders der Grat „auf der Schmid" zwischen Molignon und Blattkofl. Sechs h. 10 streichende Gänge durchsetzen die mächtigen Tuffe des kleinen Gebirgszuges. Nördlich trifft man Augitporphyrgänge bis Wengen, Campil und Klausen, westlich nicht über den Schlern hinaus, südlich treten sie am Avisio noch in grosser Zahl auf. Am reichsten daran ist aber der mittlere Theil unseres Gebietes, das Bufaure- und Creppa-Gebirge, überhaupt das gesammte Gebiet der Eruptivtuffe, sowie auch die daran anstossenden Kalkgebirge. Ich werde später bei der topographisch-geognostischen Beschreibung Gelegenheit haben, auf die Form ihres Auftretens näher zurückzukommen, insbesondere in dem Hochgebirge der Marmolata, des Sasso Vernale und des Latemar.

Was die Verzweigungen von Gängen betrifft, so kann man diese nirgends in ausgezeichneterer Weise beobachten, als bei Theiss, wo ein Tuffconglomerat des Quarzporphyrs von Augitporphyr (und Melaphyr) gangförmig durchsetzt wird. Die Gänge lösen sich in feine Trümmer auf, welche sich zwischen den Bruchstücken des Conglomerats hindurchwinden und ein feinvertheiltes Netzwerk bilden.

Ströme. — Das stromförmige Ausbreiten der eruptiven Augitporphyrmasse ist in Süd-Tyrol eine ebenso häufige und charakteristische Erscheinung, als sie im nordwestlichen Böhmen, auf Teneriffa u. s. w. bei dem Basalt und an unzähligen Orten bei den jüngsten vulcanischen Gesteinen stattfindet. Wie dort ist aber das Vorkommen der Ströme auf bestimmte geognostische Verhältnisse beschränkt, und zwar auf Eruptivtuffe, welche sogleich näher besprochen werden sollen. Da nun aber zu erwarten ist, dass die Masse jedes Ganges, der bis an die Oberfläche gelangt, hier sich über seine Unterlage ausbreiten wird, so ist die Beschränktheit des Vorkommens der Ströme auffallend. Allein sie dürfte darin eine Erklärung finden, dass das dünn ausgebreitete Gestein des Stromes sich nur dann bis in unsere Zeit erhalten konnte, wenn es sogleich von anderen Schichten bedeckt wurde, die dasselbe vor Zerstörung schützten. Wenn daher auch auf dem Sasso Vernale früher Augitporphyr stromförmig den Kalk bedeckte, so musste er mit der Zeit zersetzt und fortgeführt werden, und man könnte von vornherein ihr Vorhandensein als auf das Gebiet der Tuffe als der einzigen gleichzeitigen Sedimente beschränkt voraussetzen. Wir gehen bei Beschreibung derselben näher auf die in Rede stehende Form des Auftretens ein.

b. Verhältniss zu durchsetzten Gesteinen.

Die Contactbildungen mit dem Nebengestein sind zweifacher Art. Der ersten gehören die Reibungsconglomerate an, welche wir später als Secundärgesteine betrachten. Zur zweiten, welche hier allein in Betracht kommt, rechnen wir die Hitzeinwirkungen des feurigflüssigen Augitporphyrs auf die Gesammtmasse des Nebengesteins. Er durchsetzt:

a. *Thonglimmerschiefer.* Der Contact mit diesem Gestein ist östlich von Theiss am rechten Abhang des Villnösser Thales aufgeschlossen; eine Veränderung des Thonglimmerschiefers ist nicht zu bemerken.

b. *Quarzporphyr.* Der normale Quarzporphyr scheint, so weit er entblösst ist, von Augitporphyr äusserst selten durchsetzt zu werden. Ein kleiner Gang tritt nördlich von Cavalese auf; ein grösserer ist mehrfach von Cembra erwähnt worden, das ich nicht besuchte. In unmittelbare Berührung mit dem Quarzporphyr des Monte Bocche tritt die Gangmasse des Soracrep. Eine Contactwirkung ist nicht bemerkbar. Es unterliegt übrigens keinem Zweifel, dass sämmtliche Eruptivgesteine unseres Gebietes in der Tiefe den Quarzporphyr durchbrechen. — Tuffconglomerat des letzteren wird bei Theiss von Augitporphyr durchsetzt. Die Grenze beider Gesteine ist an den zahlreichen Gängen vollkommen scharf und es ist keine Spur eines Zusammenschmelzens oder irgend einer durch Hitze bewirkten Veränderung zu erkennen. Um so wichtiger ist dieser Contact für die Erscheinungen der Zersetzung (s. Umgegend von Klausen).

c. *Untere Trias.* Auch hier sind wenig Veränderungen wahrnehmbar; sie beschränken sich auf eine Härtung der Sandsteine, die mit einer Verminderung der schiefrigen Structur und dem Erscheinen einer schaligen Absonderung verbunden ist. Die reiner kalkigen Schichten nehmen oft auf kurzen Abstand krystallinische Structur an. Da die Gangmassen, welche mit der unteren Trias in Berührung treten, äusserst unbedeutend sind, so können sie keinen Massstab für die Contactwirkungen geben; sie finden sich bei Campil, bei S. Maria im Gröden, im Val di Contrin, bei der Pozza-Alpe, am Sasso dei Mugoni bei Vigo, bei Tesero u. s. w.

d. *Halobia-Schichten.* Die dünnschiefrigen Halobia-Schichten kommen am Nordrand der Seisser Alp mehrfach in Berührung mit Augitporphyr, insbesondere an dem Weg von der Alpe hinab nach Pufls. Das System der genannten Schichten ist hier sehr mächtig; dort, wo sie mit der Eruptivmasse in Berührung treten, sind sie bedeutend gehärtet, die frühere dünne deutliche Schieferung ist nur noch an einer Streifung auf dem Querbruch zu erkennen, das Gestein ist unregelmässig knollig zerklüftet. Dieselbe Erscheinung beobachtet man am From-Bach, in dem ersten der kleinen südlichen Zuflüsse auf dem Plateau. An einem nicht unbeträchtlichen Complex von Halobia-Schichten, welche am Nordwestabfall des Puflatsch vom Augitporphyr eingeschlossen sind, ist die Umwandlung am bedeutendsten.

e. *Oberer Trias-Kalk und -Dolomit* ist an vielen Orten von einer grossen Zahl von Augitporphyrgängen durchzogen. Hieher gehören die bedeutenden Massen dieses Gesteins am Latemar, am Soracrep und Monte Rocca und sehr viele untergeordnete Gänge. Die Einwirkung fand durch lange Zeit statt und konnte um so bedeutender sein, als die grossen Massen auf ihrem Wege nicht so stark abgekühlt worden waren, als die der untergeordneten Gänge. Auch die leichte Schmelzbarkeit von kohlensaurem Kalk im Verhältniss zu Silicaten musste die Contactwirkungen begünstigen, und wir finden in der That, dass dieselben hier bei weitem am stärksten stattgefunden haben. Am Viesena-Bach insbesondere, der von der Einsattelung zwischen Monte Mulatto und Viesena herabkommt, ist die Umänderung auffallend. Der Augitporphyr, welcher jetzt *Uralitporphyr* ist, hat den dichten Triaskalk weithin in einen schönkrystallinischen Marmor verwandelt, der an der Grenze sehr grobkörnig ist, weiterhin

aber feinkörniger und endlich dicht wird. Gleiches lässt sich in weniger intensivem Grade an den andern genannten Durchbruchsstellen des Augitporphyrs durch Kalk beobachten; selbst die 3—4 Zoll mächtigen Gänge am Sasso Vernale haben eine, allerdings äusserst geringe, Umwandlung des Kalkes veranlasst.

Der krystallinisch-körnige *Dolomit* ist durch Augitporphyr nicht verändert worden; nur dort, wo die kohlensaure Magnesia dem dichten Kalk in unbestimmtem Verhältniss verbunden und das Gestein dicht ist, hat eine Umänderung in krystallinische Structur stattgefunden, und da ein reiner kohlensaurer Kalk überhaupt in unserem Gebiete nicht bekannt ist, so dürften alle schon erwähnten Fälle hieher gehören.

f. *Augitporphyr und seine Tuffe.* Am häufigsten ist der Fall, dass der Augitporphyr, seiner eigenen Spur folgend, seine schon erkalteten Massen durchsetzt; wie beim Quarzporphyr erhalten wir daher auch hier eine Reihe von Eruptionen, die aber viel mehr örtlich beschränkt und weit weniger grossartig waren. Ehe ich hierauf eingehe, will ich versuchen, seine Tuffbildungen zu analysiren, da sie erst die eruptive Thätigkeit des Augitporphyrs in ihren grossartigen Wirkungen kennen lehren.

c. Secundärgesteine.

Ungleich wichtiger als der Augitporphyr selbst sind in Hinsicht auf die Verbreitung die durch die Eruption entstandenen secundären Gesteine. Die eruptive Thätigkeit fand, wie erwähnt, am Grunde des Meeres oder vielmehr einer Meeresbucht statt, deren Umfang wir aus der Verbreitung jener Gesteine kennen lernen; es mussten also ähnliche Gesteine entstehen, wie bei den submarinen Ausbrüchen basischer Silicatmassen in der Jetztzeit, wie sie **Buch** auf Teneriffa beobachtete und sie noch von vielen anderen Gegenden beschrieben worden sind. Das Ineinandergreifen der Wirkungen plutonischer und neptunischer Kräfte musste die oben angedeutete unendliche Manchfaltigkeit von Gebilden hervorbringen, und in der That betreten wir mit den Secundärgesteinen des Augitporphyrs ein weites, reich gegliedertes Gebiet, in welchem es schwer ist, sich sicher zu orientiren. — Die Hauptunterschiede beruhen auf folgenden genetischen Vorgängen:

1. Die Eruptivmasse bildet mit den durchsetzten Gesteinen ein *Reibungsconglomerat.* Oft sind derartige Gesteine nur Modificationen des festen, massigen, unregelmässig zerklüfteten Augitporphyrs. Allein fast immer stellen sich mit der Anwesenheit von Fragmenten des Nebengesteins Spuren von Schichtung ein; denn Reibungsconglomerate treten entweder an den äusseren Theilen grosser oder in den gesammten Massen kleinerer Eruptionen auf und sind daher stets der Einwirkung des Wassers in hohem Grade ausgesetzt. Sie unterscheiden sich, je nachdem die Bruchstücke entweder selbst Augitporphyr oder heterogene Gesteine sind.
2. Die Eruptivmasse (oder das Reibungsconglomerat) erlitt im Moment der Eruption und während der Erkaltung bedeutende Umwandlungen durch das dampfförmige Eindringen des Wassers in zahlreichen Blasen, durch die oft damit verbundene Zerreissung der noch zähen geschmolzenen Masse, durch die Zertrümmerung derselben und die Wiederablagerung der Zerstörungsproducte und durch die ganze bereits im Vorigen angedeutete Reihenfolge derartiger Einwirkungen. Die Kraft, mit der das Wasser solche Umgestaltungen ausübte, musste der heftigen und plötzlichen Dampfbildung wegen ungeheuer sein. Alle hieher gehörigen Gesteine sind als Tuffbildungen zu bezeichnen. Es lassen sich *Eruptivtuffe* und *Sedimentärtuffe* unterscheiden, je nachdem die Masse an der Eruptionsstelle selbst die Umwandlung erlitt, oder ihre Trümmer mechanisch durch Wasser fortgeführt wurden.

Es ergeben sich hieraus im Wesentlichen drei Abtheilungen von Secundärgesteinen, welche durch zahllose Uebergangsstufen zu einer langen Reihe von Gliedern verbunden sind.

aa. *Reibungsconglomerate.* — Die Reibungsconglomerate des Augitporphyrs sind ebenso manchfaltig als die von ihm durchsetzten Gesteine. Bei Theiss findet sich ein solches mit Bruchstücken von *Thonglimmerschiefer* und *Quarzporphyr*. Die des ersteren herrschen bedeutend vor; sie sind von unregelmässig eckiger Form, weich und enthalten viel schuppigen Graphit. Der Quarzporphyr stammt aus den durchsetzten Tuffconglomeraten und ist wegen der lockeren Beschaffenheit derselben in weniger scharf begrenzten Bruchstücken eingeschlossen; oftmals erscheinen sie völlig aufgelöst, so dass fast nur noch die Quarzkrystalle deutlich zu erkennen sind.

Reibungsconglomerate mit *Kalk*fragmenten treten häufig auf. Eines derselben, welches an dem nördlichen Uebergang von Santa Maria im Gröden nach Colfosco ansteht und besonders lehrreich ist, habe ich bereits an einer anderen Stelle [1]) als eines Beispiels für eine gewisse Form von uneigentlicher Mandelsteinbildung erwähnt. Die Kalkbruchstücke sind von verschiedener Grösse; die grösseren sind von unregelmässiger Form und aussen ein wenig krystallinisch, während sie im Innern die dichte Structur behalten haben. Je kleiner die Fragmente, desto mehr nehmen sie eine regelmässigere rundliche Gestalt an, das dichte Innere verschwindet und die kleinsten Körner sind Kugeln, deren jede von Einem Kalkspathindividuum erfüllt wird. In dieser Form ist das äussere Ansehen völlig das von wahren Mandelsteinen, und doch ist die Entstehungsweise der letzteren so weit verschieden. Aehnliche Gesteine findet man oberhalb Campil am Uebergang nach Villnöss, ferner am Molignon und an zahlreichen anderen Stellen der Seisser Alp und des Bufaure-Gebirges.

Besonders gut lässt sich die bezeichnete Bildungsweise durch mechanische Contactwirkung an einem Gestein beobachten, welches in einem tiefen Tobel bei der Alpe Cipit ansteht und ausser Kalkspatheinschlüssen von je Einem Individuum noch eine Menge von Hohlräumen enthält, die mit anderen Mineralien, wie sie in eigentlichen Mandelsteinen als Infiltrationsproducte vorkommen, erfüllt sind, insbesondere mit Quarz, Analcim und Apophyllit. In einem eigentlichen Mandelstein könnte eine solche Verschiedenartigkeit in der Ausfüllung dicht neben einander befindlicher Hohlräume nicht stattfinden. Dieser Augitporphyr aber hat die untersten Kalk- und Dolomitschichten der oberen Trias durchbrochen und kommt dicht über ihnen frei zu Tage. Es waren also zuerst die Bedingungen zur Entstehung eines Reibungsconglomerates mit den kleinen Kalkspathkugeln und später noch ausserdem zur Entstehung von Hohlräumen, die durch Infiltration ausgefüllt wurden, gegeben. Auch dieser Fall der zweifachen Entstehungsweise (durch Einschmelzung und durch Infiltration) neben einander befindlicher Einschlüsse in demselben Gestein lässt sich häufiger nachweisen. Ein eigenthümliches Reibungsconglomerat mit Bruchstücken mehrerer Gesteine, insbesondere von den Kalken der Posidonienschichten, tritt an der Boscampo-Brücke bei Predazzo auf. Das Ganze ist so stark zersetzt, dass sich die ursprüngliche Wirkung auf die einzelnen Einschlüsse nicht mehr genau erkennen lässt.

Bei weitem am häufigsten sind Reibungsconglomerate von Augitporphyr mit eckigen *Augitporphyrbruchstücken*, wenn sie auch an massenhaftem Auftreten weit hinter den analogen Secundärgesteinen des Quarzporphyrs zurückbleiben. Allenthalben, wo verschiedene Augitporphyre sich durchsetzten, bildeten sich dergleichen Breccien, und nicht selten kommt der Fall vor, dass die Einschlüsse dem Bindemittel völlig gleichen. Alsdann muss man jenen in den Krateren der thätigen Vulcane nicht seltenen Hergang voraussetzen, wo die erstarrte Rinde der Eruptivmasse zertrümmert wird und in dem flüssigen Theil derselben in Bruchstücken eingeschmolzen wird. Weit häufiger aber sind die Einschlüsse petrographisch von dem Magma verschieden. Von untergeordneter Bedeutung sind die Reibungsconglomerate mit Mergeln

[1]) Ueber Bildung und Umbildung u. s. w.

der unteren Trias, mit den schiefrigen Wenger Schichten (Seisser Alp) und dergleichen, während endlich die Fragmente von Tuffen der verschiedensten Art eine Hauptrolle spielen und zu einer Unzahl von Abänderungen des petrographischen Charakters Anlass geben. Wie die entsprechenden Gebilde des Quarzporphyrs, so treten auch die Breccien und Reibungsconglomerate des Augitporphyrs massig auf und stehen dem normalen Eruptivgestein in ihrem geotektonischen Auftreten sehr nahe; gleich diesem breiten sie sich stromförmig über ihre Unterlage aus. Diese Form des Auftretens gibt den Reibungsconglomeraten ebenso wie die genetischen Verhältnisse eine vermittelnde Stellung zwischen dem normalen Massengestein und seinen Tuffen; bald neigt es mehr zu jenem, bald mehr zu diesen hin, um so mehr, als nicht immer die eckige Gestalt der Einschlüsse den sicheren Schluss auf die Entstehung durch mechanische Wirkung des Contacts gestattet, sondern häufig Fälle vorkommen, wo ein lockeres, tuffartiges Bindemittel zertrümmerte Gesteine, insbesondere eckige Kalkbruchstücke, einschliesst. Bei Wengen ist dies in ausgedehntem Mass zu beobachten.

bb. *Eruptivtuffe.* — Das Profil der Seisser Alpe (Fig. I) zeigte ausser dem massigen Augitporphyr des Pufler Baches noch eine Modification dieses Gesteins, welche wir bei den Sedimentgebilden näher betrachtet haben: die dünngeschichteten Grandgesteine des Augitporphyrs. Am Südrand der Seisser Alp erhebt sich eine steile schwarze Wand, über welcher der Zug „Auf der Schneid'" hinzieht. Dieses Gebirge und die Abhänge des Duron-Thales entblössen geschichtete Gesteine, welche man weder dem massigen Augitporphyr noch dessen Grandgesteinen zurechnen kann; es sind Gesteine, welche aus demselben Material wie jene beiden bestehen, aber durch ihren petrographischen Charakter und ihr geotektonisches Auftreten eine abweichende Art der Entstehung bekunden und in jeder Hinsicht eine Zwischenstellung einnehmen. Die nur stellenweise und höchst untergeordnet auftretenden Sandsteine und Schiefer, das entschiedene Ueberhandnehmen grober Conglomerate und Breccien, die mächtigen eingeschlossenen Kalkblöcke, das stromartige Auftreten meist mandelsteinartigen Augitporphyrs, die Aufschichtung in dicken, aber schnell in der Mächtigkeit wechselnden Bänken und das schnelle Auskeilen der einzelnen Schichtungsglieder gegen einander — alles dies fordert eine entschiedene Trennung. In dem Duron-Thal stehen dieselben Gesteine in wachsender Manchfaltigkeit und Grossartigkeit des Auftretens und mit mehr und mehr verschwindender Deutlichkeit der Schichtung zu beiden Seiten an und bilden im Süden die mächtige Masse des Monte delle Donne. Noch grossartiger entfalten sich die schwarzen Massen an der östlichen Thalwand des Avisio zwischen Penia und Pozza, an der Pozza-Alpe, am Sasso di Capell und weiterhin im Venetianischen. Dieses ganze Verbreitungsgebiet ist die höhere Stufe des Tuffplateau's und genau mit dem Eruptionsgebiet des Fassa-Thales gleich begrenzt. Ausserhalb desselben finden sich die Gebilde ebenfalls nur in unmittelbarer Umgebung der Eruptionsstellen des Augitporphyrs. Ueberall erweisen sie sich als kleine Eruptivmassen des letzteren Gesteins, welche an Ort und Stelle in Form von Bänken oder mächtigen unregelmässigen Schichten abgesetzt wurden. Daher sind sie wol am passendsten als *Eruptivtuffe* zu bezeichnen. Wir rechnen ihnen als Gesammtheit auch die heterogenen dünnen Zwischenschichten zu, welche auf ruhige Ablagerungen in den Perioden der Ruhe deuten. Man hat die Eruptivtuffe häufig als normalen *„Augitporphyr"* oder *„Melaphyr"* angegeben, auch sie auf geognostischen Karten so bezeichnet. Und in der That könnte man oft geneigt sein, sie als massige Gesteine in Anspruch zu nehmen; denn wo eine mächtigere Gangmasse von Augitporphyr zum Vorschein kommt, da findet oft ein so allmäliger Uebergang in jene modificirten Gesteine statt, dass man eine Grenze unmöglich festsetzen kann. Um die Eruptivtuffe gegenüber den beiden extremen Modificationen der Augitporphyrmasse, in die sie nach entgegengesetzten Richtungen übergehen, bestimmter zu charakterisiren, bezeichnen wir als

Augitporphyr: das unter normalen Erstarrungsverhältnissen aus der flüssigen Eruptivmasse entstandene Gestein. Anordnung und Absonderung sind von der Horizontale vollkommen unabhängig.

Eruptivtuffe: Gesteine, welche aus einer während der Erstarrung durch mechanische Einwirkung des umgebenden Wassers bedeutend modificirten Eruptivmasse entstanden sind, aber sich an der Ausbruchsstelle selbst in unregelmässig dicken Bänken aufhäuften.

Sedimentärtuffe: Gesteine, welche aus den vom Wasser fortgetragenen Producten mechanischer Zerstörung gebildet wurden.

Die angedeutete Mittelstellung der Eruptivtuffe zwischen normalen Eruptiv- und Sedimentärgesteinen tritt hierdurch entschieden hervor, aber keine der beiden Grenzen ist scharf, sondern es findet eine grosse Reihe von Uebergängen statt. Theils wechsellagern sie mit den entschiedensten Sedimentärtuffen; man findet nicht selten die dünnen Halobienschiefer mitten zwischen zwei mächtigen Conglomeratbänken mit grossen eckigen Bruchstücken. Anderntheils sind petrographische und räumliche Uebergangsstufen vorhanden, wie dies wol nothwendig stattfinden muss, wo Zeiten der Bewegung und Zeiten der Ruhe unaufhörlich mit einander wechseln. Die Schichtfolge ist dann nur der materielle Ausdruck des zeitlichen Wechsels. Die Eruptivtuffe entsprechen in vielfacher Beziehung denjenigen Secundärgesteinen des Quarzporphyrs, welche wir als *„Tuffconglomerate"* beschrieben haben und welche gleichfalls durch Uebergänge dem Quarzporphyr verbunden sind. Allein während dort nur Eine Gesteinsform mit einigen Modificationen herrschte, erscheint bei den Eruptivtuffen des Augitporphyrs eine grosse Manchfaltigkeit verschiedener Gesteine. Dort ist Alles massenhaft und bewahrt auf weite Strecken einen einheitlichen Charakter, wie das Plateau selbst, dessen Einförmigkeit erst durch spätere Einwirkungen einige Unterbrechungen erlitt. Hier sind die einzelnen Glieder auf ein kleines Mass zurückgeführt, aber sie bauen sich in ihrem reichen örtlichen Wechsel zu einem ebenso grossartigen Ganzen auf.

Von geologischem und petrographischem Gesichtspunkt gehören somit zu den Eruptivtuffen nur gewisse Ausbildungsformen der Augitporphyrmasse, so weit sie jene Mittelstellung behaupten. Von geognostischem Gesichtspunkt aber sind damit die gesammten Schichtensysteme mit allen erwähnten Einlagerungen von Wenger Schichten, Sedimentärtuffen und Augitporphyrströmen zu bezeichnen; in diesem umfassenderen Sinne ist der Ausdruck auf der Karte gebraucht. In dieser Form als grössere Complexe bilden sie mächtige selbstständige Gebirgsmassen mit steilen schwarzwandigen Schluchten, tief ausgerissenen Tobeln und abenteuerlichen Profilen der höchsten Gräte, während die ebeneren Flächen reiche und fruchtbare Alpen tragen.

Eine besondere Eigenthümlichkeit dieser Gesammtcomplexe der Eruptivtuffe sind Einlagerungen kurz abgesetzter mächtiger Kalkbänke, welche, gleich Fragmenten von ungeheueren Platten mit allseitig schroffem Abschnitt, mitten inne liegen und an den Abhängen hervortreten. Sie werden erst im höheren Niveau häufiger, beginnen aber schon hier. Ich werde auf dieselben später ausführlicher bei Besprechung der Korallen-Riffbildungen zurückkommen.

cc. *Sedimentärtuffe*[1]). — Die Sedimentärtuffe bestehen aus mechanisch zertheiltem Augitporphyrmaterial, welches entfernt von den Eruptionsstellen in regelmässigen, meist dünnen Schichten abgesetzt wurde und mit den Zerstörungsproducten anderer Gesteine der Meeresufer und des Meeresbodens mehr oder weniger vermengt ist. Die Producte der chemischen Zersetzung, welche bei den mit den

---

[1]) Für die ganz analogen, den Melaphyren untergeordneten Gebilde der Gegend von Ilefeld am Harz hat in neuerer Zeit Baentsch die vortreffliche Benennung „Grandgesteine" vorgeschlagen, welche auch für Süd-Tyrol einzuführen sein dürfte (Al. Baentsch, die Melaphyre des südlichen und östlichen Harzrandes; Abhandlungen der naturforsch. Gesellsch. zu Halle, Bd. IV. S. 89—144, mit Karte und Profilen, 1858).

Eruptionen gewöhnlich verbundenen Gasexhalationen und der leichten Angreifbarkeit feinkörnig vertheilter basischer Silicate in grossem Massstab vor sich gegangen sein muss, scheinen bedeutend zur Verfestigung jener Ablagerungen beigetragen zu haben. Dadurch erhalten die Sedimentärtuffe im grössten Theil ihrer Schichten das Ansehen von Sandsteinen, theils äusserst lockerer, körniger schwarzer Sandsteine, deren einzelne Bestandtheile deutlich den Charakter ihres Stammgesteines an sich tragen, theils fester Schichten, welche Trinker sehr passend „doleritartigen Sandstein" nannte, da sie in der That im äussern Ansehen des Querbruches wie in der Festigkeit eine gewisse Aehnlichkeit mit Dolerit haben. Wenn dazu ein bedeutenderer Glimmergehalt tritt, so hat das Gestein oft eine ausserordentliche Zähigkeit. Neben diesen Zerstörungsproducten tritt noch eine grosse Reihe anderer, mit ihnen wechsellagernder Gesteine auf, welche ich bereits bei den Schichtgebilden ausführlicher besprochen habe. Sie sind alle wesentlich als Zerstörungsproducte des Augitporphyrs anzusehen, welche zur Zeit der Ausbrüche in gröberer Form vertheilt wurden als in den Zeiten längerer Ruhe.

Das Verbreitungsgebiet der Sedimentärtuffe ist einerseits das gesammte Tuffplateau, so weit es nicht von den Eruptivtuffen eingenommen wird, also alle nicht unmittelbar mit den Eruptionsstellen des Augitporphyrs zusammenfallenden Gegenden. Ausserdem aber bilden sie, wie erwähnt, häufige Einlagerungen zwischen den Eruptivtuffen und deuten die Zeiten der Ruhe in diesen Gegenden an.

dd. *Pietra Verde.* — Es ist nun noch jenes eigenthümlichen, stets nur den Tuffen des Augitporphyrs verbundenen Schichtgebildes zu erwähnen, welches die italienischen Geologen in den Venetianischen Alpen unter dem Namen *Pietra Verde* bekannt gemacht haben und das gleichfalls als ein Secundärgestein des Augitporphyrs zu betrachten ist. Im südöstlichen Tyrol tritt es hauptsächlich an zwei Orten auf, südlich von Wengen und am Monte Frisolet. An jedem der beiden Orte [1]) ist eine senkrechte Verwerfung eines grossen Schichtcomplexes um mehr als 1000 F. zu beobachten. Die ältere Trias, die Buchensteiner und Wenger Schichten sind an beiden verworfenen Theilen gleichmässig entwickelt, während darüber auf dem tieferen Segment Augitporphyr mit Eruptivtuffen lagert, auf dem höheren jedoch unmittelbar *Pietra Verde.* Die darüber folgenden Schichten sind unten und oben gleich. Das Verhalten ist an beiden genannten Orten dasselbe. Es geht daraus hervor, dass an beiden die Verwerfung unmittelbar nach Ablagerung der Wenger Schichten geschah, dass sie mit der ersten Eruption des Augitporphyrs verbunden war und dass die Ablagerung der *Pietra Verde* auf der Höhe des inselartig erhobenen Theiles gleichzeitig mit der eruptiven Thätigkeit in der Verwerfungsspalte und der Ablagerung der Eruptivtuffe in der Tiefe erfolgte. Sie dürfte somit als ein wesentlich chemisches Sediment mit Einschluss äusserst feiner mechanischer Zerstörungsproducte, so weit sie bis auf die Höhe der Insel getragen werden konnten, zu betrachten sein und dabei die Gasausströmungen eine bedeutende Rolle spielen. Eine chemische Analyse, von der man wol erst weiteren Aufschluss erwarten könnte, ist meines Wissens nicht vorhanden.

d. Eruptionsperiode des Augitporphyrs.

Die zahlreichsten und bedeutendsten Augitporphyr-Eruptionen gehören der Zeit zwischen der Ablagerung des Mendola-Dolomites und des Schlern-Dolomites an, und zwar, wie es scheint, hauptsächlich dem mittleren Theil dieser Periode. Doch fanden einzelne Ausbrüche noch bis zu Ende der Triasperiode statt; denn der Schlern-Dolomit ist häufig von Augitporphyrgängen durchsetzt, bei Raibler Schichten und Dachsteinkalk beobachtete ich dies aber niemals. Grödner Sandstein, Seisser Schichten und Campiler Schichten lagerten sich noch völlig ungestört ab, ebenso Virgloria-Kalk und Mendola-Dolomit.

---

[1]) Das Nähere in dem Abschnitt über „Lagerung und Gebirgsbau".

Erst unmittelbar nach der Dislocation des gesammten Gebietes begannen die Ausbrüche im Fassa-Thal. Es folgten diejenigen des Gader-Thales, dann setzten sie sich im Fassa mit Heftigkeit fort und nahmen allmälig wieder ab. Die grossen Masseneruptionen des Soracrep, des Viesena und des Latemar, wahrscheinlich auch der Lagergang der Seisser Alpe, gehören einer Zeit an, in welcher die Thätigkeit im Fassa-Thal bereits im Abnehmen war. Die letzten Gangbildungen gehören wesentlich den südlichen Umgebungen des Eruptionsgebietes von Fassa an.

5. Melaphyr [1]).

Der Melaphyr ist in seinen petrographischen wie in seinen geotektonischen Verhältnissen ungleich einfacher als der Augitporphyr; diese Eigenschaft theilen auch sämmtliche Uebergangsstufen mit ihm. Der Grund liegt in dem Mangel an untermeerischen Ausbrüchen, daher die ganze Reihe der Tuffgesteine von vornherein bei ihm ausgeschlossen ist und die Erstarrungsmodificationen sich innerhalb engerer Grenzen bewegen. Den petrographischen Charakter des Melaphyrs habe ich in dem mehrfach genannten Aufsatz ausführlicher auseinandergesetzt und fasse hier, wie bei dem Augitporphyr, kurz die Resultate zusammen. Nur die geschichtliche Uebersicht der dem Gestein gegebenen Benennungen füge ich hier noch einmal ausführlich bei.

Ueber den Melaphyr von Süd-Tyrol wurden sehr verschiedene Meinungen geltend gemacht. Am besten beschrieb ihn **Buch**, der auch seine geologische Stellung am richtigsten erkannte: „.... Andere Schichten und Blöcke" (als der Augitporphyr) „erinnern mächtig an den sogenannten *Grünporphyr*, den *Serpentino verde antico*. Die Grundmasse ist dann grünlichgrau, die Feldspathe grünlichweiss; Augite sind kaum sichtbar. Die specifische Schwere solcher Massen ist dann auch nur 2,608. In anderen Schichten liegen die Feldspathe wie Nadeln neben einander und parallel nach einer Richtung hin. Augit in einzelnen Krystallen ist dann wohl ganz deutlich und die Feldspathe weichen in der Nähe solcher Krystalle aus einander, um sich hinter ihnen wieder zu verbinden. Es sind Gesteine, wie man sie auch bei Christiania sieht, zu Giromagny und zwischen Syene und Kosseir. Man möchte sie auszeichnend für den Augitporphyr nennen, denn zwischen Basalten sieht man etwas dem Aehnliches niemals und an rothen quarzführenden Porphyr erinnern sie ebenso wenig" [2]). — Später wurde das Gestein sehr häufig als *„Dolerit"* beschrieben (**Bertrand-Geslin** [3]), **Boué** [4]), **Maraschini** [5]), **Reuss** [6])); **Marzari-Pencati** fasst alle rothen und schwarzen Porphyre als *„Eurytporphyr"* zusammen [7]). **Cotta** sieht es als eine Varietät von *„Melaphyr"* (d. i. Augitporphyr) an [8]), **Petzholdt** als eine aphanitartige Abänderung von *Grünstein*, die durch ausgesonderte blättrige schwarze Hornblende in *„Grünsteinporphyr"* übergehe [9]). **Klipstein** erkannte die petrographische Stellung und die Altersverhältnisse sehr scharf, glaubt aber, dass das Gestein dem Quarzporphyr näher stehe, als dem Augitporphyr, und scheidet es als besondere Gebirgsart unter dem Namen

---

[1]) In der Begrenzung, welche ich dieser Benennung in den Aufsätzen „Ueber den Melaphyr" (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellschaft, Bd. VIII, 1857) und später „Ueber die Trennung von Melaphyr und Augitporphyr" (Wiener Sitzungsberichte, Bd. XXXIV) zu geben suchte.

[2]) Leonhard's mineralog. Taschenbuch, 1824, III. S. 135.

[3]) Ebendas. S. 273.

[4]) Ebendas. S. 274.

[5]) Ebendas. 1829, S. 109.

[6]) Leonhard und Bronn, Jahrbuch, 1840, S. 152.

[7]) Leonhard's mineralogisches Taschenbuch, 1823, S. 625 ff.

[8]) Briefe aus den Alpen, S. 194, 195.

[9]) Beiträge zur Geognosie von Tyrol, S. 187.

„Mulattophyr" aus, da er es vom Monte Mulatto beschreibt [1]). In neuerer Zeit wurde meist die **Buch**'sche Benennung *„Grünsteinporphyr"* beibehalten (**Emmrich** [2]), **Eichwald** [3])), öfters auch die Bezeichnung *„Diorit"* (**Fournet** [4]) und montanistischer Verein für Tyrol und Vorarlberg [5])), *„Dioritporphyr"* (**Trinker** [6])) und *„Dolerit"* vorgezogen. **Kjerulf** endlich nannte das Gestein *„doleritischer Porphyr"* [7]).

Der Melaphyr von Süd-Tyrol ist ein fast stets charakteristisch porphyrartig ausgebildetes Gestein. Die Grundmasse ist dunkelperlgrau, rauchgrau und schwärzlichgrau, oft mit einem Stich ins Röthliche und Bräunliche, meist dicht, nie obsidianartig; bei einzelnen Abänderungen erkennt man mit der Lupe, bei andern erst unter dem Mikroskop, ein verworrenes Mineralgewebe, dessen Bestandtheile nicht bestimmbar sind. Eine hellere röthliche oder grauliche Substanz ist mit einer dunkeln verwebt, dazwischen sind durchsichtige Nadeln, wahrscheinlich von Apatit, und feine undurchsichtige metallische Körnchen zerstreut. In dieser Grundmasse liegen zahlreiche, wenig flachgedrückte, 4 — 6 Linien im Durchmesser nach ac haltende Feldspathkrystalle von grünlichweisser, perlgrauer und hellbräunlicher Farbe, durchscheinend, Zwillinge nach dem Carlsbader Gesetz mit einer vorderen und einer hinteren schiefen Endfläche. Streifung ist selten erkennbar. Oft haben die Krystalle einen auffallenden Parallelismus, zuweilen sind sie durcheinander gewachsen. Die Kanten sind abgerundet und die Krystallflächen fest mit dem Gestein verwachsen, so dass sie sich nie glattflächig herauslösen. Der Feldspath gehört seiner Streifung wegen den im schiefwinkligen System krystallisirenden Arten an und erweist sich als *Oligoklas*, wenn er von kleinen Krystallen eines anderen Feldspaths begleitet wird, der meist sehr zersetzt ist, mattere Flächen hat und sich als *Labrador* zu erkennen gibt; seine Krystalle sind sehr untergeordnet in der Grösse, haben dunkle Farbe wegen ihrer starken Verunreinigung, sind nicht durchscheinend und zuweilen, besonders auf geschliffenen Flächen, tritt die Farbenwandlung deutlich hervor. Die *Hornblende* ist undeutlich, wie bei allen Melaphyren, stellenweise aber zweifellos erkennbar. Alle Uebergangsstufen in den Augitporphyr, und die meisten süd-tyrolischen Melaphyre sind solche, enthalten sparsam zerstreute grosse *Augit*krystalle in kurzen und dicken Säulen, welche nach allen Richtungen ungefähr gleichen Durchmesser haben. Die parallel angeordneten Oligoklastafeln weichen auseinander, wo sie einen Augitkrystall finden, und sind ihm daher mit den breiten Flächen zugewandt; hinter ihm vereinigen sie sich dann wieder. Den Unterschied in der Natur des färbenden Gemengtheils der Grundmasse von Melaphyr und Augitporphyr erkennt man am deutlichsten bei zersetzten Gesteinen. Bei dem Augitporphyr theilt die zersetzte Grundmasse die Farbe der zersetzten Augitkrystalle, weil der färbende Gemengtheil mit den letzteren identisch ist, daher auch in gleicher Weise verändert wird; bei dem Melaphyr haben beide einen ganz verschiedenen Gang der Zersetzung, die Grundmasse nimmt nicht die Färbungen von Rubellan oder Grünerde an, wenn der Augit in diese Mineralien übergeht. *Titaneisen* in kleinen krystallinischen Körnern ist ein nie fehlender Bestandtheil.

Die Schwankungen der Ausbildung, welche durch das Zusammentreten dieser Elemente hervorgebracht werden, sind in enge Grenzen eingeschlossen; insbesondere bei den grösseren Eruptionsmassen bewahrt das Gestein in allen Theilen einen sehr einheitlichen Charakter; im Val di Sacina hat zwar

---

[1]) Beiträge zur Kenntniss der östlichen Alpen, S. 79.
[2]) In **Schaubach**, die deutschen Alpen, IV. S. 309.
[3]) Geognostischer Ausflug nach Tyrol, S. 163.
[4]) *Ann. de la Soc. d'agriculture de Lyon*, 1847.
[5]) Geognostische Karte von Tyrol; dieselbe reducirt von **Liebener**.
[6]) Siebente Generalversammlung des geognostisch-montanist. Vereins, 1845, S. 30.
[7]) *Nyt Magazin för Naturvidenskaberne*, VIII, 149, 156, 157.

fast jedes Bruchstück auf den grossen Trümmerhalden ein anderes Aussehen, allein im Grunde genommen sind die tieferen petrographischen Eigenschaften dieselben. Angefangene Zersetzung, der Bruch quer gegen die Oligoklaskrystalle oder ihren Flächen parallel, geringe Verschiedenheiten in der Vertheilung der letzteren und andere derartige geringfügige Umstände rufen oft scheinbare Abweichungen hervor, die bei tieferem Eingehen verschwinden. Bedeutender wird die Manchfaltigkeit in dem Ausfüllungsmaterial der kleinen Gänge, wo ausser der ursprünglichen chemischen Mengung noch das Nebengestein und die Erstarrungsumstände von grossem Einfluss auf die Gesteinsausbildung sind.

Nach der Art der eingeschlossenen Krystalle lassen sich, wie bei dem Augitporphyr, einige Abänderungen unterscheiden, welche eine stetige Reihe bilden und die Verbindung zwischen den beiden Normaltypen von Augitporphyr und Melaphyr vermitteln. Drei Stufen führten wir bei jenem Gestein an; es folgen weiter als dem Melaphyr angehörig:

1. (3) Gemenge von Oligoklas, Labrador, Augit und Hornblende, das Gipfelgestein der Margola. Augit und Oligoklas walten in der Grösse der Krystalle vor, die der Hornblende treten sehr zurück, sind aber erkennbar, und der Labrador findet sich in kleinen Individuen, wie sie beim Augitporphyr vorkommen, in der Grundmasse zerstreut.
2. (4) Feinkörniges bis dichtes Gemenge von Oligoklas und Hornblende mit zahlreichen Oligoklas- und sparsamen Augitkrystallen. Hieher gehört der Klipstein'sche Mulattophyr.
3. (5) Feinkörniges bis dichtes Gemenge von Oligoklas und Hornblende, porphyrartig durchaus geschiedene tafelförmige Krystalle von Oligoklas. Augit und Labrador fehlen. (Normaler Melaphyr).

So eng die Grenzen dieser Mengungsverhältnisse wie der petrographischen Ausbildung, so weit sie auf Erstarrungsmodificationen beruht, bei dem Melaphyr gezogen sind, so verhält es sich auch mit den Contractionsformen. In den grossen Massen ist stets nur eine unregelmässige Zerklüftung vorhanden und auch die kleineren Gangausfüllungen besitzen nur in wenigen Fällen eine den Wänden parallele Absonderung, während die Formen von Säulen und Kugeln dem Melaphyr fremd zu sein scheinen.

Hinsichtlich der Geotektonik gleicht er dem Augitporphyr, abgesehen davon, dass ihm alle durch die Meeresbedeckung bedingten Formen des letzteren fehlen. Der Melaphyr von Predazzo bildet eine einzige grosse, deckenförmig ausgebreitete Masse, welche ein früher entstandenes plateauförmiges Massiv von Syenit, Granit und Augitporphyr bedeckt. In Gängen hat es die letzteren Gesteine durchsetzt. Ueberhaupt sind diese die gewöhnlichste Form des Melaphyrs; man sieht eine Unzahl von Gängen in den Gebirgen zwischen dem Travignolo und Moëna, aber sie bleiben stets sehr klein und untergeordnet; nirgends sieht man jene ausgebreiteten mächtigen Gangzüge, welche in den Porphyrgebirgen Mitteldeutschlands eine so bedeutende Rolle spielen. Die basischen Porphyre sind zwar auch in Süd-Tyrol, wie dort, an ältere Eruptionen von Quarzporphyr gebunden, aber sie sind doch ungleich mehr individualisirt; nirgends sieht man die Richtungen, welche die einzelnen Varietäten des Quarzporphyrs bei ihrem Ausbruch befolgt haben, bei den basischen Porphyren wiederkehren, sondern sie nehmen ein kleines Gebiet selbstständig ein und haben darin die Alleinherrschaft. Indessen stellen sich auch hier wieder einige Differenzen heraus; insbesondere erweist sich der Melaphyr als durchaus dem Augitporphyr untergeordnet und in seinen Eruptionen von ihm abhängig. Darum erscheint er nur an den Rändern des Hauptverbreitungsbezirkes von jenem und ist immer nur auf dem Festlande hervorgebrochen. Seine landschaftlichen Formen sind daher auch ganz abweichend von denen des Augitporphyrs. Während der letztere ausgedehnte Gebirge von Tuffen zusammensetzt und daraus in einzelnen Kuppen und Kämmen als unveränderte Masse hervorragt, bildet der Melaphyr steile, aber vollkommen gerundete Höhen mit fruchtbarem Boden. Zum Theil haben seine Kuppen eine Kegelform, besonders am Weisshorn-

gebirge; doch ist eine domförmige Rundung bei weitem der häufigere Fall. — Was nun die Einwirkungen des Melaphyrs auf die durchsetzten Gesteine betrifft, so sind sie kaum bedeutender als die des Augitporphyrs. Er tritt mit folgenden Gesteinen in Contact:

a. *Thonglimmerschiefer.* Bei Klausen und Theiss bildet ein Gestein, das man nur als Melaphyr in Anspruch nehmen kann, zahlreiche Gänge in den dortigen Glimmer- und Thonglimmerschiefern. Die überaus grosse Veränderung, welche die letzteren an den der Beobachtung am besten zugänglichen Stellen erlitten haben, rührt, wie ich später (s. die Umgegend von Klausen und Theiss) zu zeigen suchen werde, nicht von dem Melaphyr, sondern von dem daneben auftretenden Klausener Diorit her. Denn dort, wo dieser nicht mehr vorkommt, wie an den Abhängen des Afferer und Villnöss-Thales, hat auch der Melaphyr, der dort noch mehrere Gänge bildet, den benachbarten Schiefer nicht im geringsten umzuändern vermocht.

b. *Tuffconglomerat des Quarzporphyrs.* Auch dieses Gestein wird bei Theiss von Melaphyr durchsetzt. Die Grenzen sind sehr scharf und man kann die Gänge deutlich in allen Verzweigungen verfolgen; doch ist von Contactwirkung keine Spur wahrzunehmen.

c. *Untere Triasgesteine* werden bei Predazzo vielfach von Melaphyr durchbrochen; kleine Gänge haben kaum eine Härtung hervorgebracht. Grössere Eruptivmassen aber scheinen nicht ganz unbedeutend metamorphosirend gewirkt zu haben.

d. Die *Kalke der oberen Trias* sind am reichsten an Melaphyrgängen und zeigen stets eine geringe Veränderung. Am Sasso Vernale und Sasso di Val fredda kann man selbst bei den kleinsten Gängen deutlich die krystallinische Structur des unmittelbar angrenzenden Kalkes wahrnehmen, wiewol sie sich oft schon in dem Abstand von einem Zoll verliert. Bei grösseren Massen jedoch, wie sie am Latemar und am Viesena auftreten, erstreckt sich die Umwandlung auf beträchtliche Entfernung und zuweilen ist die Structur des Marmors, insbesondere unmittelbar neben dem Gang, sehr grobkörnig. Auch der Predazzit von Canzacoli wird von Melaphyrgängen durchsetzt, deren Ausläufer in Serpentin umgewandelt sind.

e. *Eruptirgesteine.* Der Melaphyr durchsetzt: Monzonsyenit, Turmalingranit, Augitporphyr (Uralitporphyr) und ältere Melaphyrmassen. Alle diese Durchsetzungen sieht man in der Schlucht zwischen Predazzo und Forno. An den Grenzen hat eine Zusammenschmelzung stattgefunden.

6. Monzon-Syenit.

7. Monzon-Hypersthenit.

Der Kern der Eruptivmassen von Predazzo und der ganze Gebirgsstock des Monzoni bestehen aus einem Syenitgestein, das von Hypersthenit gangförmig durchsetzt wird. Der letztere tritt meist nur in Gängen von 20—30 Fuss Mächtigkeit auf, wie man sie an der Margola sehr gut beobachten kann; doch setzt er auch selbstständig bedeutendere Gangmassen zusammen, wie sie am Nordabhang des Monzoni und im Val Pesmeda ausgezeichnet und in vielfacher Verzweigung entblösst sind. Beide Gesteine stehen in inniger Wechselbeziehung; denn der Hypersthenit ist durchaus an Syenit gebunden; ausserdem findet sich keine Spur mehr davon.

Dieses Zusammenvorkommen zweier krystallinisch-körniger Gesteine in nicht immer leicht erkennbarem Zusammenhang war die Veranlassung zu einer eigenthümlichen Spaltung der Meinungen, indem Einige meinten, der Monzoni bestehe nur aus Syenit, Andere, er werde nur von Hypersthenfels gebildet. Die letztere Meinung konnte sich um so leichter Bahn brechen, als fast alle Besucher nur bis zur Alp-

hütte im Val di Monzoni vordrangen, wo die Blöcke von Hypersthenfels in grosser Zahl zerstreut liegen, während die weniger zahlreichen Besucher des Val San Pelegrino am Südabhang sich mehr der ersteren Meinung zuwandten. Das Gestein von Predazzo pflegte man meist von dem des Monzoni zu trennen, beschrieb es auch zum Theil als *„Granit"* (**Marzari-Pencati** und **B. Cotta**). Allein die Gesteine von beiden Orten sind vollkommen identisch und das Hauptgestein beider Orte ist von rein petrographischem Gesichtspunkt der entschiedenste Syenit. Indessen nimmt er hier eine Ausnahmsstellung ein. Eigentlich ein Gestein der granitischen Reihe und meist ihr auch in den Altersbeziehungen angehörig tritt er hier als ein Glied der porphyrischen Reihe auf. Von rein geologischem Gesichtspunkt müsste man ihn daher als ein abnorm erstarrtes Gestein dieser Reihe betrachten. Wir bezeichnen ihn dieser Ausnahmsstellung wegen für unsere Zwecke als „Monzonsyenit". Der Hypersthenit ist ebenso petrographisch genau das Gestein der granitischen Reihe. Wir bezeichnen ihn aus den gleichen Gründen als „Monzon-Hypersthenit".

Petrographische Beschaffenheit des Syenits.

Der Syenit von Predazzo und dem Monzoni ist ein quarzfreies, krystallinisch-körniges Gemenge von Orthoklas, Oligoklas und Hornblende mit stetem Glimmergehalt. Der *Orthoklas* waltet in einigen Abänderungen von Predazzo vor, besonders im Val di Rif am Ostabhang der Sforzella und am Südabhang des Gran Mulatto; er ist von lichtfleischrother Farbe und wird zuweilen ganz weiss. In allen anderen Abänderungen, so auch am ganzen Monzoni, spielt er eine untergeordnete Rolle. Der *Oligoklas* ist stets mit sehr charakteristischen, stark gestreiften Flächen vorhanden und von weisser Farbe; selten wird er schmutziggelb (Toal della Foja am Fundort des Brandisits). Er herrscht am Monzoni gegen den Orthoklas. „Die Krystalle sind frisch und glänzend, breit auf der einen, schmal auf der andern Seite, so, dass der blättrige Bruch und der Glanz der schmalen Flächen fast auf allen Stücken in langgezogenen Bändern hervortritt. In diesen Krystallen wechselt unzählige Male eine rechte und eine linke Seite, wodurch bei der in beiden verschiedenen Lage des blättrigen Bruches eine Begrenzung in der Richtung ihrer Axen zu sehen möglich ist. Diese Axen liegen hier ganze Strecken gleichlaufend, und ändern sie ihre Richtung, so bleibt dann wieder die neue Richtung für einen bestimmten Raum dieselbe für alle Krystalle" (**Buch**, Briefe, S. 109). Die *Hornblende* ist immer ein wesentlicher Gemengtheil und zuweilen in gleicher Menge wie die Feldspathe vorhanden. Sie ist dunkellauchgrün und bildet blättrige Massen, deren Begrenzung sich nach der der früher erstarrten Feldspathe richtet; ausgebildete Krystalle von Hornblende kommen nicht vor. *Glimmer* von tombakbrauner Farbe und starkem halbmetallischen Glanz durchzieht oft das Gestein in grossen, vielfach von anderen Gemengtheilen durchbrochenen Blättern, welche mit der wachsenden Feinkörnigkeit des Gesteins an Grösse abnehmen. Sehr häufig ist *Eisenkies* eingesprengt, allein stets, wie es auch sonst so häufig ist, nur der Hornblende verbunden.

Diese Gemengtheile vereinigen sich zu einem gleichmässig krystallinischen Gestein von sehr verschiedenem Korn. An der Grenze mit älteren Eruptivgesteinen ist es sehr feinkörnig und nimmt von da nach der Mitte der Gesteinsmassen an Grösse der Gemengtheile zu, deren Maximum kaum $\frac{1}{2}''$ der einzelnen Krystalle übersteigt. Die Grenze mit Sedimentärgesteinen ist von geringem Einfluss auf dieses Verhältniss. Man kann dasselbe am genauesten am Ostabhang der Sforzella, vom Val di Rif bis Canzacoli, beobachten. Die grösste Varietätenreihe bietet der Monzoni, wo alle denkbaren Abänderungen vorkommen; selbst ein porphyrartiger Habitus eines sehr grosskörnigen Gesteins fehlt nicht; er wird durch Oligoklaskrystalle bedingt.

Geotektonisches Verhalten.

Der Monzoni ist ein mächtiger einheitlicher Gebirgsstock, der nur eine einzige Abzweigung in einem

unmittelbar nördlich auftretenden Gang besitzt. Dasselbe gilt für den Syenit von Predazzo, welcher das älteste der dortigen Eruptivgesteine und dessen Stock die Grundlage für alle späteren Gesteine ist, die in Gängen das Gestein durchsetzten und sich successiv darüber ausbreiteten. Auch hier findet ein weiteres gangförmiges Vorkommen von echtem Monzonsyenit nicht statt.

Es scheint indess, dass keiner der beiden Stöcke Einer Eruption angehört, sondern die Masse strömte durch den einmal geöffneten Weg zu wiederholten Malen aus, so aber, dass das Ganze stets im Zusammenhange blieb. Vielleicht geschahen die späteren Eruptionen noch vor der Erstarrung des Materials der früheren und verhinderten dadurch die Bildung scharfer Begrenzungslinien. Die bedeutende Verschiedenheit, welche der vorwaltende Orthoklasgehalt einzelner Abänderungen in nicht unbeträchtlicher Erstreckung bewirkt, lässt kaum einen Zweifel, dass dieser Syenit einer andern Eruption angehöre, als der basischere oligoklasreiche, um so mehr, als die Stellen, welche durch das Vorwalten von jenem charakterisirt sind, um das Centrum der Eruptivmasse herum liegen. Dies lässt schliessen, dass die Eruption des saureren Gesteins später erfolgte, als die des basischeren, und so abnorm dies auch für gewöhnliche Verhältnisse erscheinen mag, so findet es doch hier seine Erklärung und Bestätigung in dem Umstande, dass das nächste Eruptivgestein Granit ist, welcher den Syenit durchbricht. Die Reihenfolge der Eruptionen ist also:

1) Monzonsyenit mit vorwaltendem Oligoklas;
2) Monzonsyenit mit vorwaltendem Orthoklas;
3) Turmalingranit.

In engem Causalzusammenhang mit diesen Eruptivmassen steht noch der später zu erwähnende

4) Syenitporphyr,

welcher aber in eine weit spätere Zeit fällt.

Diejenigen vom Syenit durchsetzten Gesteine, deren Grenze an der Oberfläche sichtbar ist, sind: *Quarzporphyr, Schiefer* und *Sandsteine* der unteren Trias und *Kalke* der oberen Trias. Die Eruption selbst fällt in die Bildungsperiode der letzteren. — Contactwirkungen mit dem Quarzporphyr sind nicht bemerkbar, da die Grenze verhüllt ist; um so auffallender und ausgezeichnet aufgeschlossen sind diejenigen mit den Sedimentärgesteinen. Wir werden dieselben bei der Beschreibung des Monzoni und der Umgebung von Predazzo in Umrissen betrachten.

Petrographische Beschaffenheit des Hypersthenites.

Der Hypersthenit des Monzoni ist durchaus scharf und bestimmt von dem Syenit zu trennen und nicht, wie es häufig geschehen ist, der erstere als ein Syenit mit beigemengtem Augit, welcher mit der Hornblende vicariren soll, oder der Syenit als eine zufällige Abänderung des Hypersthenfelses zu betrachten. Es findet zwischen beiden niemals ein Uebergang statt, nicht einmal eine petrographische Uebergangsstufe in der Reihe der Gänge; sondern sämmtliche Gemengtheile sind auf Eins der beiden Gesteine beschränkt und beide haben nicht ein einziges Mineral gemeinsam.

Den augitischen Gemengtheil unserer Gebirgsart hat G. Rose als *Hypersthen* nachgewiesen. Derselbe ist von schwärzlichgrüner bis schwarzer Farbe, oft mit einem bräunlichen Stich. Die fettglänzenden Flächen kommen niemals von der Grösse vor wie beim eigentlichen Paulitfels und wechseln auf kurze Erstreckung vielfach in ihrer Lage. Der *Labrador* ist grünlichweiss, in grossen, unregelmässig begrenzten Partien zwischen den Hypersthenkrystallen inneliegend. In manchen Abänderungen herrscht er bedeutend vor und bildet das Gestein fast allein; dann liegen grosse, scharfkantig ausgebildete Krystalle von schwarzem Augit darin. Doch ist dieser Fall selten; die ungleich grössere Masse des Hypersthenits enthält den augitischen Gemengtheil vorwaltend; aber auch in diesem Fall liegen im Labrador isolirte

Krystalle von gemeinem Augit. Zu den genannten Gemengtheilen kommt tombakbrauner, halbmetallisch glänzender *Glimmer* in grossen, dicken Tafeln, welche das Gestein durchziehen. Ganz besonders charakteristisch sind aber grosse, regelmässig ausgebildete Krystalle von *Titaneisen*, welche dem Gestein ein hohes specifisches Gewicht verleihen und auf Schliffflächen ihre sehr bedeutende Menge leicht erkennen lassen.

Dasselbe Gestein, welches mit den genannten Eigenschaften am Monzoni auftritt, bildet Gänge an der Margola bei Predazzo, welche erst in neuester Zeit durch einen Strassenbau gut aufgeschlossen wurden. Die Handstücke gleichen denen vom Monzoni in auffallender Weise.

Eruptionsverhältnisse.

Der Hypersthenfels tritt ausschliesslich in Gängen auf und die Gänge durchsetzen ausschliesslich den Syenit. Diese einfache Thatsache genügt, um die geologische Stellung der Gebirgsart vollständig und scharf zu zeichnen. Der Hypersthenit des Monzoni und der Margola ist Augitporphyrmasse, welche in Gängen in dem noch nicht erstarrten Syenit aufsetzte und mit diesem langsam erstarrte. Augitporphyr und Hypersthenit sind gleiche chemische Gemenge und bestehen beide aus Augit, Labrador und Titaneisen; ihr Unterschied ist mithin nur in den verschiedenen Erstarrungsverhältnissen zu suchen. Nun ergab sich aus dem Früheren, dass der Augitporphyr eine verhältnissmässig niedere Temperatur bei der Eruption besass und daher nur geringe Contactwirkungen ausübte. Der Syenit dagegen hat unter allen Eruptivgesteinen Süd-Tyrols den Kalk auf die weiteste Entfernung umgeschmolzen und bezeugt sowol dadurch, als auch durch sein grosskrystallinisches Gefüge, dass er unter allen die höchste Temperatur besass. Stieg daher Augitporphyrmasse in der noch nicht erstarrten, zähen Syenitmasse auf, so musste sie höher erhitzt und dünnflüssiger werden, so dass sich nun vollkommnere und grössere Krystalle bei überaus langsamer Erkaltung ausscheiden konnten; es entstand nicht mehr porphyrische, sondern grobkörnig krystallinische Structur. Die Grösse der am Gemenge theilnehmenden Krystalle musste sogar noch die des Syenits übertreffen, da die Mineralien des Hypersthenits einen niedrigeren Schmelz- und Erstarrungspunkt haben, als die von jener Gebirgsart, daher auch bei gleicher Temperatur ein dünnflüssigeres Magma bilden mussten. Es gibt aber noch mehr Beweise für die Richtigkeit unserer Theorie. Nirgends nämlich sieht man eine scharfe Grenzlinie der Gangmassen; sie sind stets mit dem umgebenden Syenit verschmolzen. Auch haben die Gänge selten jene langgestreckte dünnplattige Gestalt, wie sie sonst in festen Eruptivgesteinen so häufig ist und bei dem Aufsetzen in einer erstarrten Masse sein muss, sondern sie sind meist von geringer Ausdehnung und haben die nachgebenden weichen Massen der Umgebung weit auseinander gepresst. Von besonderem Gewicht aber dürfte der genannte Umstand sein, dass der Hypersthenfels auf den Syenit beschränkt ist und, obgleich er in demselben in bedeutender Mächtigkeit und unmittelbar an den Contactstellen mit den durchbrochenen Gesteinen auftritt, doch in diesen nicht fortsetzt. Zwar habe ich keinen Gang beobachtet, der im Nachbargestein Augitporphyr, in seiner Fortsetzung durch den Syenit aber Hypersthenit wäre; doch ist mit Sicherheit zu erwarten, dass man bei einiger Aufmerksamkeit dergleichen Gänge in grosser Zahl finden wird, z. B. an den Palle rabbiose, wo Syenit mit Hypersthenfels und ungeänderter Kalk mit Augitporphyrgängen in unmittelbarer Nachbarschaft vorkommen.

Die Contactwirkungen des Hypersthengesteins sind natürlich ungleich bedeutender als die des Augitporphyrs, besonders dort, wo er mit Kalk in Berührung kommt. Sie sind ebenso weitgreifend als die seiner Wärmequelle, des Syenits. Beide im Verein haben den Mineralreichthum des Monzoni und den manchfaltigen Charakter der verschiedenen Fundstellen an den Abhängen dieses Gebirges veranlasst, der Syenit allein ausserdem noch die Metamorphose des Kalkes von Canzacoli, die Bildung des

Gymnits und manchfache anderweitige Umbildungen, auf welche ich bei Besprechung des Gebirgsbaues vom Monzoni und der Umgegend von Predazzo näher eingehen will.

8. Turmalingranit.

Dem Syenit folgt bei Predazzo eine Masseneruption, deren Gesteine bereits **L. v. Buch** als Turmalingranit bekannt machte. Ein Gemenge von fleischrothem Orthoklas und weisslichgrauem Quarz umschliesst eine grosse Menge kleiner Ausscheidungen von Turmalin, welche den Glimmer vollständig ersetzen. Das Gestein ist meist grobkörnig und variirt wenig in der Zusammensetzung; ein entschiedenes Uebergangsgestein zwischen dem Syenit und Turmalingranit tritt an der gegen Predazzo gerichteten Ecke der Malgola auf; es ist ein Gemenge von dunkelrothem Orthoklas mit hellgrünem Oligoklas, schwarzem Glimmer und Turmalin, ohne Quarz. Es ist eins von den eben genannten, im Centrum der Eruptionen anstehenden, untergeordneten Zwischengesteinen, welches jedoch dem Granit näher zu stehen scheint, als dem Syenit.

Wie der Syenit, so ist auch der Turmalingranit nicht durchaus von gleicher Grösse der Gemengtheile. Besonders sind die Contactstellen mit dem früher gebildeten Syenit durch Feinkörnigkeit ausgezeichnet, während in grösserer Höhe und gegen die Mitte der Eruptivmassen das Gefüge an Grobkörnigkeit zunimmt. Sehr bemerkenswerth sind einige Gänge von Granit im Granit. Während man von unzähligen anderen Orten die Thatsache kennt, dass die Gänge feinkörniger sind, als der umgebende Granit, findet hier das umgekehrte Verhältniss statt, und da überdies die Grenzen nicht immer scharf ausgeprägt sind, so dürfte hierin wol ein Grund zu der Annahme liegen, dass diese Gänge in dem noch nicht völlig erstarrten Gestein aufsetzten und durch die äusserst langsame Abgabe ihrer Wärme zu dem grosskörnigen Gemenge erstarrten. Diese Vermuthung erhält noch durch den Umstand eine Stütze, dass die mehrfach genannten Zwischengesteine successiv mit zunehmendem Kieselsäuregehalt zur Eruption gelangten und jene Gänge sich durch ihren besonders grossen Quarzgehalt auszeichnen. Sie würden also in der petrographischen Reihe als das sauerste Endglied dem Turmalingranit folgen. Ihr Gestein besteht aus sehr vielem Quarz, grossen Partien von Turmalin, welcher meist büschelförmig in den Quarz hineingewachsen ist, und grossen Krystallen von Orthoklas. Man trifft diese Gänge bei dem Aufstieg von Predazzo nach dem Mulatto. Schon **L. v. Buch** erwähnt sehr fein eingesprengter Körnchen von *Kupferkies*, welche besonders mit dem Turmalin zusammen vorkommen; auch sie nehmen in den grobkörnigen Gängen an Grösse zu. Am Westabhang des Mulatto wird Bergbau darauf getrieben [1]).

[1]) **Trinker** (im Schlussbericht des montanistischen Vereins, Innsbruck 1853, S. 12) und später **Kjerulf** (das Christiania-Silurbecken, chemisch-geognostisch untersucht, Christiania 1855) haben werthvolle Untersuchungen über das specifische Gewicht und die chemische Zusammensetzung des Turmalingranits bekannt gemacht. **Kjerulf** fand folgende Zusammensetzung des feinkörnigen „rothen Granits" vom Monte Mulatto (1) und des „grauen Syenits" von demselben Berge (2).

	1.		2.
Kieselerde . .	70,725	—	58,050
Thonerde . .	14,161	—	17,714
Eisenoxydul .	3,225	—	8,293
Kalkerde . .	1,026	—	5,808
Magnesia . .	0,659	—	2,071
Kali	5,366	—	3,244
Natron . . .	2,544	—	2,977
Glühverlust .	1,100	—	1,337
	98,806	—	99,494

Geotektonische und Contactverhältnisse.

Der Turmalingranit tritt mitten aus der grossen Syenitmasse von Predazzo hervor und breitet sich zum Theil über sie aus. Die in der Zwischenzeit zur Eruption gelangten intermediären Gesteine schieben sich rings um die Eruptionsstelle zwischen beide Hauptgesteine ein, werden aber nicht sehr herrschend. Der Stock des Granits hat in dem Niveau des Travignolo- und Avisio-Thales einen Durchmesser von ungefähr 8- bis 9000 Fuss, der aber, wie es scheint, in der Tiefe kleiner wird und wahrscheinlich auf einen unbedeutenden Schlund führt, während er sich über der Thalsohle schnell ausbreitet. Beide Thäler durchschneiden den Stock und vereinigen sich in seinem Centrum; in beiden ist daher der Contact mit dem Syenit in Durchschnittslinien aufgeschlossen, die sich schief an den Abhängen hinaufziehen. Sehr klar ist besonders die Contactlinie, welche sich am Südabhang des Monte Mulatto schief nach der Mitte des Val di Viesena zieht; an ihr ist die Auflagerung am deutlichsten. Eine zweite sehr gut aufgeschlossene Grenzlinie ist die, welche sich in der Mitte zwischen Predazzo und Mezzavalle, am linken Ufer des Avisio, steil gegen den Mulatto hinanzieht und von dem gebräuchlichen Fusssteig nach der Höhe in mehrfachen Windungen durchschnitten wird.

Contactwirkungen am Syenit sind nicht bemerkbar.

Ausser dieser grossen stockförmigen, in ihrem oberen Theil lagerartig ausgebreiteten Masse tritt der Turmalingranit noch mehrfach gangförmig im Syenit auf. Mit anderen älteren Gesteinen kommt er nicht in Berührung, doch wird er selbst vielfach von Melaphyrgängen durchzogen; die grosse Melaphyrmasse des Mulatto steigt im Centrum auf.

9. Porphyrit [1].

Es sind noch zwei sehr untergeordnete Eruptivgesteine zu betrachten, welche nur in einzelnen Gängen aufsteigen und, indem sie alle bisher genannten Gesteine durchsetzen, sich als die jüngsten erweisen. Allein dies ist gerade ein eigenthümlicher Charakter von Süd-Tyrol, dass auch die untergeordnetsten Gesteine durch irgend einen Umstand ein hohes Interesse bieten. Von den bisher genannten war nur der Hypersthenfels in seiner Verbreitung auf einige Gänge beschränkt; allein gerade an ihn knüpfte sich ein besonderes Interesse durch seine ausserordentlich reiche Mineralführung. Aehnlich verhält es sich mit dem Porphyrit, dem Muttergestein des Liebenerits.

Der Porphyrit besitzt eine fleischrothe Grundmasse, in welcher meist eine grosse Menge tafelartiger Feldspathkrystalle inneliegen. Wo dies stattfindet, ist die Grundmasse meist dicht; wo die Feldspathkrystalle fehlen, ist jene gewöhnlich feinkörnig krystallinisch. Diese Eigenschaften charakterisiren das Gestein hinreichend, um es gegen alle anderen Eruptivgesteine der Gegend auf das Schärfste abzugrenzen; in kein Gestein findet ein petrographischer Uebergang statt und die häufige Angabe, dass der rothe Granit in gewissen Abänderungen das Muttergestein des Liebenerits sei, beruht auf einem Irrthum, da niemals ein Quarzkorn, ein Oligoklas- oder ein Turmalinkrystall im Porphyrit, niemals eine Spur von Liebenerit oder von den eigenthümlichen flachgedrückten Feldspathkrystallen im Granit zu beobachten ist. Auch wird der Granit vom Porphyrit durchsetzt.

Die tafelartige Gestalt der Feldspathkrystalle charakterisirt das Liebeneritgestein. Die Zwillinge sind kaum 1‴ dick und so angeordnet, dass auf einzelnen Bruchflächen nur die schmalen Durchschnitte, auf anderen aber die breiten Flächen der Tafeln erscheinen. Dies rührt daher, dass die Hauptaxen

---

[1]) Dieses und das nächstfolgende Gestein konnten wegen des unbedeutenden Vorkommens auf der Karte nicht angegeben werden.

sämmtlicher Krystalle einander parallel und senkrecht zu den Wänden des Ganges liegen; die Flächen sind in verschiedenen Ebenen um diese Axe angeordnet. Der Parallelismus der Hauptaxen ist um so vollkommener, je geringer die Mächtigkeit des Ganges ist; wo dagegen, wie am Südfuss der hohen Kugel gegen Cavalese, die Dimensionen bedeutender werden, da verschwindet mehr und mehr jene Regelmässigkeit in der Anordnung [1]. Sämmtliche Krystalle sind Orthoklas; von Oligoklas ist keine Spur vorhanden. In einigen Gesteinen, welche am Nordabhang des Viesena auftreten, sind die Krystalle bedeutend grösser und dicker, aber meist zu einer spröden grünen Substanz zersetzt, in deren Innerem noch ein Kern von unverändertem Feldspath sich befindet.

Der Liebenerit ist auf gewisse Varietäten beschränkt und meist in grosser Menge eingewachsen. Seine Hauptfundorte sind: der Abhang der Margola gegen die Boscampo-Brücke, die Felstrümmer im Rivo di Viesena und der Abhang, welcher sich nördlich von der Einsattelung zwischen Viesena und Monte Mulatto gegen Forno und Moëna hinabzieht.

Der Porphyrit tritt ausschliesslich in Form von kleinen Gängen auf, deren Mächtigkeit selten auf mehr als 3—4′ anwächst; nur oberhalb Cavalese fand ich ihn mächtiger. Die Gänge bilden unter sich einen kleinen Complex zusammengehöriger Gesteine, welche sich in folgender Varietätenreihe unterbringen lassen:

1. Gleichmässig krystallinischer Porphyrit ohne ausgeschiedene Krystalle; fleischroth bis leberbraun. Im Kalk und Augitporphyr an den Abhängen des Latemar-Gebirges und des Toazzo einige wenige Gänge bildend. Auch auf der Höhe der Sforzella fand ich einen solchen Gang und auf dem Mulatto.
2. Gleichmässig krystallinisch-körnige Grundmasse mit einzelnen Feldspathkrystallen. — Gänge im Quarzporphyr oberhalb Cavalese, an den Abhängen der Kugel.
3. Dichte schmutzig-braunrothe Grundmasse mit grossen, in eine grüne erdige Substanz verwandelten Feldspathkrystallen. — Abhänge des Mulatto-Viesena-Gebirges gegen Forno und Moëna. Ich fand das Gestein nicht anstehend; es scheint gangförmig im Kalk aufzusetzen.
4. Dichte fleischrothe, auch ziegel- und braunrothe Grundmasse mit zahlreichen sehr dünn tafelartigen Orthoklaskrystallen („Feldspathporphyr"); meist Liebeneritkrystalle in grosser Zahl enthaltend (an den genannten Fundorten), oft auch frei von ihnen, wie auf der Höhe des Mulatto, wo die Gänge im Melaphyr aufsetzen, ferner am Ponte di Boscampo, wo sie theils im Syenit, theils im Melaphyr vorkommen, und am Viesena-Bach.

Man erhält das Gestein niemals vollkommen frisch, wenn auch das äussere Ansehen dies oft vermuthen lässt. Die Umbildung des Nephelins in Liebenerit und des Orthoklases in das erwähnte erdige schmutziggrüne Mineral scheint die ersten Stadien der Zersetzung anzudeuten.

10. Syenitporphyr.

Mit diesem Namen ist ein Gestein zu bezeichnen, welches durch seine ausgezeichnete Ausbildung zu den schönsten und am meisten charakteristischen Eruptivgesteinen von Süd-Tyrol gehört, in seiner Verbreitung aber das beschränkteste ist. In einer aus Orthoklas und untergeordneter Hornblende mit zuweilen hinzutretendem Oligoklas gebildeten krystallinisch-körnigen Grundmasse liegen ausgezeichnete Orthoklaskrystalle, welche 2—3″ in der Länge und nicht viel weniger in den übrigen Dimensionen

---

[1] Einige weitere Angaben über das Gestein und die eingeschlossenen Mineralien habe ich mitgetheilt in den Wiener Sitzungsberichten, Bd. XXVII, S. 314 ff. 1858.

erreichen und stark glänzende, grosse Spaltungsflächen besitzen. Diese ausgebildeten Krystalle, meist Zwillinge nach dem Carlsbader Gesetz, sind stets von lichtgrauer Farbe und durchscheinend, während der Feldspath des Grundgemenges in einer Varietät eine fleischrothe, in der andern aber gleichfalls eine graue Färbung besitzt. Man könnte wegen dieser Verschiedenheit vermuthen, dass die eingeschlossenen Krystalle anderer Art, vielleicht Oligoklas, seien; allein sie zeigen auf den grossen, glänzenden Spaltungsflächen keine Spur von Streifung und der rechte Winkel von M und P ist nicht zu verkennen. Man kann daher die physikalische Verschiedenheit der Ausbildung nur in einer Veränderung der Erstarrungsbedingungen für die grossen eingeschlossenen und die kleineren Krystalle des Grundgemenges suchen. Eine einzige Abänderung, welche eine dunkler fleischrothe und feinkörnigere Grundmasse, wenig Hornblende und kleinere, ein wenig flachgedrückte Feldspathkrystalle besitzt, lässt unter diesen letzteren deutlich zwei verschiedene Arten unterscheiden, deren eine Orthoklas mit schwach röthlicher Färbung ist (Krystalle 6—12‴ lang, 2—6″ dick), während die andere sich durch ihre kaum halb so grossen, gelblichgrünen, glanzlosen Krystalle als Oligoklas charakterisirt. — Die Hornblende ist untergeordnet, besitzt einzelne glänzende Krystallflächen, aber nie scharf begrenzte Formen. Glimmerblättchen erscheinen äusserst selten, Quarz nie.

Dieses Gestein bildet einige wenige, 30—40 Fuss mächtige, kurze Gänge im mittleren Theil des Viesena-Baches, wo die Felsen plötzlich von beiden Seiten eng zusammentreten und das merkwürdige Nebeneinandervorkommen von Syenit, Turmalingranit, Uralitporphyr und Kalk stattfindet. An dieser Stelle treten zugleich einige Gänge des Liebeneritgesteins auf; sie ist auch die einzige, welche durch das Vorkommen des Syenitporphyrs charakterisirt ist. Dieses Gestein bildet Gänge durch den Syenit und Granit bis in den Uralitporphyr und ist reich an kleinen Bruchstücken der beiden letzteren Gesteine. Besonders in jener grauen Varietät, welche durch gleiche Färbung des Feldspaths der Grundmasse mit den eingeschlossenen Krystallen ausgezeichnet ist, sind die röthlichen Fragmente des Granits und die dunkleren des schwarzen Porphyrs leicht zu erkennen; keins derselben ist scharf begrenzt, sondern es findet ein langsamer Uebergang von dem umgebenden Gestein in die Einschlüsse statt; man sieht deutlich, dass es mit diesen zusammengeschmolzen ist.

Es scheint aus dem petrographischen Charakter mit Entschiedenheit hervorzugehen, dass der Syenitporphyr aus der gleichen Eruptivmasse erstarrt sei, wie der Syenit selbst; allein die verschiedene petrographische Ausbildung wie die späte Zeit der Eruption und das gangförmige Auftreten bis in den basischen Porphyr hinein sind Thatsachen, welche eine scharfe Trennung vom Syenit verlangen. Es ist im höchsten Grade auffallend, dass, nachdem dem Syenit in der Eruption schon Granit und Melaphyr gefolgt waren, nun noch einmal die erste Masse hervortrat; allein es ist dabei wohl zu beachten, dass die Eruptionsstellen von jenen massenhaften Zwischengesteinen ganz andere sind, als die des Syenitporphyrs. Jene liegen genau im Centrum des Syenitmassivs, bei Predazzo selbst, diese hingegen an dessen äusserster Grenze, am Viesena-Bach. Nur durch diesen Umstand kann jenes eigenthümliche Verhalten einigermassen erklärt werden. — Was nun endlich noch die Besonderheit der petrographischen Ausbildung, die hohe Temperatur, bei der sich das Gestein lange befunden haben muss, um so ausgezeichnet krystallinisch zu erstarren, und die Einschmelzung der von den Nachbargesteinen losgerissenen Bruchstücke betrifft, so lässt dies Alles darauf schliessen, dass die Eruption erfolgte, als der Augitporphyr (welcher in Uralitporphyr umgewandelt ist) noch nicht erstarrt war. Die verschiedensten plutonischen Gesteine treten in unserem Gebiet in einem so kurzen Zeitraum an die Oberfläche, sie durchsetzen einander so manchfaltig, dass man ein solches Aufsetzen eines neuen Gesteins in einer noch nicht völlig erstarrten Masse eines älteren eigentlich häufiger voraussetzen müsste und es fast wunderbar

erscheinen könnte, dass sich nicht mehr Spuren von solchen Vorgängen finden. Um so mehr ist man berechtigt, dort, wo sich in der That Verhältnisse darbieten, welche entschieden darauf hinweisen, diejenigen Eruptionsverhältnisse anzunehmen, welche wir für den Syenitporphyr voraussetzen. Seine Eruptionsepoche würde sich hiernach mit grosser Sicherheit feststellen lassen; nur sein Verhältniss zu dem Feldspathporphyr ist noch nicht klar. Beide kommen zwar neben einander vor, aber ihre gegenseitigen Altersbeziehungen konnte ich nicht beobachten.

IV. Lagerung und Gebirgsbau.

1. Gebiet der krystallinischen Schiefer.

Von dem weit ausgedehnten Centralgebiet der Alpen erstreckt sich nur ein kleiner Theil in den Bereich unserer Karte. Er ist bezeichnet durch die Erhebungen des Hörner-Berges, der Plose und des Kronplatzes, deren Bedeutung als Höhenparallele bereits bei der orographischen Uebersicht erwähnt wurde. Petrographisch ist das Gebiet im Allgemeinen wenig manchfaltig; die Gesteine beschränken sich auf die Thonglimmerschiefer, welche so häufig die äusserste Zone der krystallinischen Schiefer der Alpen bilden. Nur selten treten andere Abänderungen dieser Schiefer auf und Eruptivgesteine sind sporadische Erscheinungen.

Der landschaftliche Charakter des Thonglimmerschiefers ist ein durchaus eigenthümlicher, so dass die geognostische Grenze gegen die auflagernden Gebilde auch physiognomisch scharf ausgesprochen ist. Von einem erhöhten Punkt erscheint das Gebiet der Schiefer als ein hoch-, aber sanft-welliges Land mit Wäldern und Alpweiden, aber auch nur die Hochfläche ist so; denn wenn man in die Thäler hinabsteigt, so verschwinden jene sanften Formen und machen steilwandigen tiefen Schluchten und Wasserrissen Raum, die sich im Quellgebiet zu wilden Thalkesseln erweitern. Die Weichheit der Schiefer lässt den mechanisch zerstörenden Wirkungen des Wassers volle Freiheit und unaufhörlich gräbt dieses in die Thalwände tiefe Tobel, denen bald das Gestein nachstürzt. Das Thal zwischen Lüsen und Brixen, das Afferer Thal, das untere Villnöss, das untere Gader-Thal geben Beispiele der wahrhaft schaurigen Schluchten, welche auf diese Weise entstanden sind. Die Dörfer sind daher auf der Hochfläche zerstreut und selbst der Verkehr kann durch den Grund jener Thäler nur selten stattfinden. Wo das Wasser schon länger und kräftiger gewirkt hat, haben sich weite, fruchtbare und dichtbevölkerte Thalweitungen gebildet; aber selbst dann liegen die Dörfer meist auf den höheren Theilen der Abhänge.

Von S. Vigil bis zum Afferer Thal herrscht ein an sehr feinschuppigem Glimmer reicher Thonglimmerschiefer von schwärzlichgrauer Farbe und von vielen Quarztrümmern durchzogen. An der Grenze mit dem auflagernden rothen Sandstein nimmt er dessen rothe Färbung an, die oft das Gestein in nicht unbedeutender Mächtigkeit durchdringt. Besonders auffallend ist dies an den imposanten Wänden, in denen der rothe Sandstein südlich vom oberen Afferer Bach, am Weg zwischen Untermoj und S. Magdalena, entblösst ist. Auch in anderer Beziehung bietet diese Stelle Interesse, indem zwischen der Plose und dem Villnöss-Thal mehrfache Durchbrüche von Quarzporphyr im Schiefer aufsetzen. Besser und manchfaltiger entwickelt finden sich diese Verhältnisse in der

Umgegend von Klausen und Theiss,

die bereits Gegenstand manchfacher Untersuchungen war. Klausen verdankt seinen Ursprung und seinen Namen dem geognostischen Bau, da hier mitten im Gebiet der Schiefer isolirte Felsen von *Diorit* das

Thal der Eisack einengen; auf einem derselben steht das Kloster Seben. Die westliche Thalwand steigt allmälig zu dem 8000′ hohen Gebirgsrücken an, welcher das Eisackthal vom Sarnthal scheidet; sie ist vom Wildauthal durchschnitten und trägt in 1- bis 2000′ über der Thalsohle die Dörfer: Villanders, Latzfons, Velthurns. Die östliche Thalwand steigt gegen den Glander-Berg an und ist weiter gegen Norden gleichfalls von mehreren Thälern durchschnitten, deren wichtigste das Afferer und das Villnöss-Thal sind.

Das *Afferer Thal* ist eine tiefe Spalte, welche die St. 9 streichenden Schiefer in schiefem Winkel durchsetzt. Gegen Süden ist es durch den Vermol- und Kohler-Berg vom Villnöss, gegen Norden durch die mächtige Masse der Plose vom Lüsen geschieden. Die steilere südliche Thalwand ist mit dichtem Urwald bedeckt und unbewohnt, das nördliche Gehänge verflacht sich im oberen Theil und trägt mehrere Dörfer. Ihm parallel streicht das sanftere Villnöss-Thal, aus dessen südlichen Gehängen sich der Quarzporphyr des Raschötz erhebt. Die Quellen des Thales liegen im Gebiet sedimentärer Gesteine, daher wir später auf diesen Theil zurückkommen werden; rother Sandstein zieht sich herab bis Sanct Peter. Zwischen den beiden genannten Thälern streicht ein breiter bewaldeter Rücken, an dessen westlichem Abfall gegen das Eisackthal das kleine Dorf Theiss liegt, das durch seine Achatkugeln einige Berühmtheit erlangt hat.

Die Gegend zwischen Klausen und Theiss ist durch einen ungemein grossen Reichthum an Eruptivgesteinen und Abänderungen der krystallinischen Schiefer ausgezeichnet; doch ist dies Verhalten auf einen kleinen Umkreis um die beiden Orte beschränkt. Die Quellen des Afferer Thales liegen, wo sie nicht bis in den rothen Sandstein reichen, noch im normalen *Thonglimmerschiefer*. Thalabwärts nimmt der Quarzgehalt zu, statt des Glimmers stellt sich Graphit ein, bis am Vermol-Berg eine breite Zone grauen *Graphit-Kieselschiefers* auftritt, die am Südgehänge des Villnöss-Thales ½ Stunde westlich von S. Peter fortsetzt. Einzelne Schichtencomplexe haben nicht mehr die graue glänzende Beschaffenheit des Graphitschiefers, sondern sind mit Kohle imprägnirt und von schwarzer Farbe. Sie sind alsdann stark eisenhaltig, was durch Quellen angezeigt wird, die viel Eisenoxydhydrat absetzen und an ihrem Ursprung Schwefelwasserstoff entwickeln; die Schiefer enthalten also unzweifelhaft Schwefeleisen, das durch die Quellen zersetzt wird. Eine dieser Quellen dient zu Heilzwecken. Zwischen dem typischen Thonglimmerschiefer und diesen Gesteinen tritt in bedeutender Mächtigkeit reiner *Kieselschiefer* auf, der gegenüber von S. Peter im Villnöss in mächtigen Felsen ansteht. Bei Theiss und Klausen kommen diese Varietäten nicht vor. Hier wird das Gestein glimmerschieferähnlicher, ohne jedoch dessen Eigenschaften ganz anzunehmen.

Mitten aus diesen Schiefern brechen in dem angegebenen kleinen Umkreis Eruptivgesteine hervor, von denen sich mit Bestimmtheit festsetzen lassen:

Diorit,
Quarzporphyr,
Melaphyr,
Augitporphyr.

Der Augitporphyr ist das jüngste Glied. Bei Theiss durchsetzt er und der Melaphyr in unzähligen Gängen den Quarzporphyr und auf dem Wege von Sulferbruck hinauf nach Theiss sieht man das letztere Gestein auf gleiche Weise im Diorit auftreten; das gegenseitige Altersverhältniss von Diorit und Quarzporphyr liess sich nicht auf demselben Wege festsetzen.

1. *Diorit.* Man kennt unter dieser Benennung seit längerer Zeit ein Gestein von Klausen, welches durch seine Erzführung wie durch sein Auftreten an der Strasse der Untersuchung leicht zu-

gänglich war. Allein die Kenntniss von dem Gestein ist noch so mangelhaft und die Angaben sind so widersprechend, dass es nöthig ist, etwas näher auf dasselbe einzugehen. Der Diorit von Klausen ist ein Gestein von sehr verschiedener Grösse der Bestandtheile, unter denen sich leicht zwei herauserkennen lassen. Der eine ist pistacien- bis schwärzlich-grüne *Hornblende* von der als *Strahlstein* bezeichneten Varietät, der andere ist ein weisser, zuweilen durchscheinender Feldspath, der sich durch seine gestreiften Spaltungsflächen leicht als *Oligoklas* zu erkennen gibt. Nicht weit von der Schmelzhütte Sulferbruck finden sich die beiden Mineralien zu einem so grobkörnigen Gestein vereinigt, dass man es nur dem grosskörnigsten Gabbro vergleichen kann. Die Hornblende waltet vor und zeigt bis zwei Zoll im Durchmesser haltende seidenglänzende Spaltungsflächen. Die Umrisse der Krystalle lassen sich nicht erkennen. Vom Oligoklas sind einzelne Individuen ausgebildet, aber die Grenzflächen bleiben versteckt und sind mit Strahlstein überwachsen. Dieses Gestein mit grossen deutlichen Individuen bildet das Centrum einer sehr mächtigen Gangmasse, die an dem Abhang zwischen Klausen und Sulferbruck auftritt. Bruchstücke sind zahlreich auf den Mauern am Wege. Wenig davon entfernt und durch allmäligen Uebergang im Gefüge verbunden ist eine andere Varietät, in der Hornblende und Oligoklas in demselben quantitativen Verhältniss stehen. Die Hornblende bildet 3—6‴ lange und 2‴ breite Bündel paralleler Fasern; nach allen Richtungen durchkreuzen sich diese Bündel und geben dem Gestein ein verworren faseriges Ansehen das sich aber bei genauerer Betrachtung leicht in die genannte regelmässige Anordnung auflöst. Man hat es hier vielleicht mit einem Beispiele von Paramorphose zu thun, indem das Innere eines Hornblendekrystalls von feinen Strahlsteinfasern erfüllt ist, die parallel der Hauptaxe bündelförmig angeordnet sind. Zwar wäre dies ein sehr einfacher Fall einer Paramorphose, allein er erhält seine grosse Wichtigkeit durch das Durchgreifen bei dem Hauptbestandtheil einer in grossen Massen auftretenden Gebirgsart. Die Erklärung der Erscheinung dürfte indess noch bedeutende Schwierigkeit haben, so lange man die Bedingungen der Strahlsteinbildung aus Hornblendemasse nicht kennt.

Entsprechend den Elvangängen nimmt das Gestein noch weiter von dem grosskrystallinischen Centrum entfernt den Charakter an, den es an allen anderen Fundorten in der Umgegend von Klausen besitzt. Die Krystalle vereinigen sich nur mehr zu einem kleinkörnigen Gemenge von weissem Oligoklas und grüner Hornblende. Diese Abänderung tritt besonders charakteristisch an dem Felsen auf, welcher das Kloster Seben trägt; es ist hier durch grosse Steinbrüche aufgeschlossen und wird als Chausseebaumaterial benutzt. Dieser Fels ist vollkommen isolirt und zeigt daher die Structur des Diorits als Gebirgsmasse sehr deutlich. Ueberall scharfe Kanten und Ecken, welche die unregelmässig polyedrische Zerklüftung und die schwere Zersetzbarkeit des Gesteins anzeigen. Auch weiterhin an der Strasse nach Brixen beobachtet man mehrfache Durchbrüche des Diorits durch den Schiefer; einer derselben nimmt ein bedeutenderes Areal ein und erstreckt sich gegen das Vildar-Thal. Seine Fortsetzung jenseits des Thales bildet der durch seine Erzführung berühmt gewordene Pfunderer Berg, wo das Erz theils aus den Schiefern, theils aus dem Diorit gewonnen wird. Herr Trinker, damals Werksverwalter in Klausen, jetzt Bergcommissarius in Belluno, welcher mich freundlichst bei meinen Excursionen begleitete, theilte mir über das Vorkommen der Erze Folgendes mit: Der Pfunderer Berg besteht aus *Thonglimmerschiefer*, der in zahlreichen Abänderungen Uebergänge in wahren Glimmerschiefer und andererseits in Thonschiefer zeigt. Das Streichen ist dasselbe wie jenseits im Afferer und Villnöss-Thal, St. 7—9 mit südwestlichem Fallen. Fast senkrecht zu den Flächen werden die Schiefer gangartig von einer *Diorit*masse durchsetzt, welche wie die von Sulferbruck in der Mitte ein grosskrystallinisches Gefüge besitzt. Durch eine Breccie wird der Diorit von einem anderen festen Gestein geschieden, welches in Klausen seit alter Zeit den Namen *Feldsteinporphyr* trägt und allmälig in den Schiefer übergeht. Drei Gänge durchsetzen die

ganze Reihe von Gesteinen, ändern aber nach ihnen ihre Erzführung. Der Diorit ist ausgezeichnet durch *Bleiglanz* (ein wenig silberhaltig) und *Kupferkies*, das Feldspathgestein und die Schiefer durch *Zinkerze*.

Westlich der Eisack kennt man keine weiteren Durchbrüche des Diorits; östlich ist zunächst die Partie unterhalb Sulferbruck zu erwähnen und eine kleinere an dem Wege nach Theiss. Ausserdem erwähnt Trinker lose Blöcke im Lüsen, welche von der Plose herabgeführt zu werden scheinen, so dass vielleicht in dieser Richtung die Dioriteruptionen eine grössere Ausdehnung haben, als man sie kennt und als auf der Karte angegeben ist.

Die Contactwirkungen des Diorits waren sehr bedeutend und lassen auf einen ungemein hohen Temperaturgrad der Eruptivmasse schliessen, wenigstens auf einen ungleich höheren, als der des Quarzporphyrs gewesen ist. Er bildet mit dem durchbrochenen Thonglimmerschiefer ein *Reibungsconglomerat*, das besonders an dem am weitesten gegen Brixen gelegenen Gang an der Strasse prachtvoll aufgeschlossen ist. Die eckigen Bruchstücke sind perlgrau und kieselschieferähnlich geworden und dicht mit der durch schnelle Erstarrung äusserst feinkörnigen, fast dichten Dioritmasse verschmolzen, die nach der Mitte des Ganges, wo die Bruchstücke verschwinden, die gewöhnliche Structur des Sebener Felsens annimmt. Während so das Reibungsconglomerat einerseits in die dioritische Gangmasse übergeht, ist auch andererseits ein allmäliges Verlaufen in den Schiefer bemerkbar, indem sich das Eruptivgestein in feinen Gängen in demselben verzweigt. Der Schiefer aber hat auf weite Erstreckung eine bedeutende Umwandlung erfahren, ähnlich der der Einschlüsse des Conglomerates. Er ist ein festes, krystallinisch-körniges, feldspathiges Gestein geworden, in dem man nur durch die genaueste Untersuchung die Spuren der früheren schieferigen Structur erkennen kann; oft ist sie durch die Färbung auf dem Querbruch des Gesteins angedeutet, oft auch ist keine Spur mehr davon zu erkennen. Die Aenderung ist eine so durchgreifende, dass man oft versucht ist, die aus diesen metamorphischen Schiefern bestehenden Felsmassen für eruptiv zu halten. So treten sie besonders bei Nafen am Wege nach Theiss auf und bis zur Kirche dieses Ortes. Dies ist zwar ziemlich entfernt von der nächsten anstehend bekannten Masse; allein die Verzweigungen des Diorits sind an der Oberfläche so manchfaltig, dass sie in der Tiefe noch weit um sich greifen und an der Oberfläche nur durch ihre Wirkungen ihre Gegenwart beweisen mögen. Nicht minder deutlich als bei Nafen finden sich diese Metamorphosen im Vildar-Thal, dessen Gesteine überhaupt ihrer Manchfaltigkeit wegen ein tiefer eingehendes Studium verdienten. Hieher gehören ferner auch die angeführten Verhältnisse am Pfunderer Berg. Die „Breccie" der Bergleute des Ortes ist unser Reibungsconglomerat, der „Feldsteinporphyr" ist der veränderte Thonglimmerschiefer, wie man sich an Handstücken leicht überzeugen kann. Daher auch die Gleichheit der Erze im „Feldsteinporphyr" und im Grauen Schiefer im Gegensatz zu dem Eruptivgestein.

Das Alter des Diorits ist schwer festzusetzen. Mit dem rothen Porphyr kommt er nicht in Berührung, wird aber, wie erwähnt, von dem Melaphyr durchsetzt. Er ist also jünger als der Thonglimmerschiefer und älter als der Melaphyr. Bringt man in Anschlag, dass der Diorit im Allgemeinen ein Gestein der ältesten Formationen ist und dass die bei Klausen auftretenden Gesteine typische Diorite von der normalsten mineralischen Zusammensetzung sind, dass ferner unter den in Süd-Tyrol reich entwickelten nachweisbar triassischen Eruptivgesteinen nicht ein einziges mit den Merkmalen des Diorits sich befindet, so darf man wol annehmen, dass der Klausener Diorit einer sehr frühen geologischen Periode angehört und vielleicht als ein basisches Glied der Graniteruption von Brixen und der Cima d'Asta anzusehen ist.

Dies sind die geognostischen Verhältnisse des berühmten Diorits von Klausen. Gehen wir noch kurz

auf frühere Angaben ein, ehe wir ihn verlassen, so ist zunächst die Deutung von **L. v. Buch** als Hypersthenfels zu erwähnen, die sich durch das angeführte Mineralgemenge erledigt. **Reuss** beschrieb in seinen vortrefflichen Reisebemerkungen das Gestein zum ersten Mal genauer [1]), erkannte die strahlsteinartige Hornblende als Bestandtheil und die Art der Contactwirkungen. In den Erläuterungen zur geognostischen Karte des montanistischen Vereins wird das Gestein, wie auf der Karte selbst, als „Diorit" bezeichnet, aber **Buch's** Deutung für richtig gehalten, da „Paulit" und „Labrador" vorkomme. Es wurde bereits des gabbroartigen Aussehens der grosskrystallinischen Varietäten erwähnt; die auf den grossen Spaltungsflächen faserig schillernde Hornblende mag zu der Auffassung als Paulit Veranlassung gegeben haben; die Verwechslung von Labrador und Oligoklas ist ebenfalls leicht möglich. Indess mag vielleicht immerhin auch Labrador und Paulit an manchen Gesteinen der Umgebung von Klausen vorkommen.

Da der Diorit von Klausen durch den Strahlstein als hornblendigen Bestandtheil sich sehr bestimmt auszeichnet, so dürfte es gerechtfertigt sein, ihn als besondere Varietät mit dem Namen *Strahlsteindiorit* zu bezeichnen.

2. Der *Quarzporphyr* tritt als eine stockförmige, im oberen Theil lagerartig über den durchbrochenen Glimmerschiefer ausgebreitete Masse bei Theiss auf. Allein normaler Quarzporphyr ist nur in der Tiefe des Villnöss-Thales aufgeschlossen [2]). Die Höhen bei Theiss bestehen aus *Tuffconglomerat*, welches unmittelbar an der Kirche des Ortes beginnt und mehrere Tausend Schritt weit nach Osten fortsetzt. Wenige Orte bieten so klaren Aufschluss über die Eruptionsverhältnisse des Quarzporphyrs. Das Eruptivgestein durchbricht die Schiefer, das Tuffconglomerat breitet sich über dieselben aus und entsteht nur allmälig aus dem festen Quarzporphyr. Eine Unzahl von Porphyrbruchstücken, meist wenig abgerollt, zum Theil eckig, liegen in einem lockeren porphyrischen Bindemittel. Wo das letztere in das feste Gestein übergeht, führt es zahlreiche Fragmente der Schiefer. Dieser Umstand ist der Grund der weit vorgeschrittenen Zersetzung, welche hier stattgefunden hat und bis in bedeutende Tiefe gedrungen ist. Besonders schnell unterliegt ihr das tuffartig lockere und doch alle Bestandtheile des Quarzporphyrs aufweisende Bindemittel, während die inneliegenden Bruchstücke, die einem härteren, normal erstarrten Porphyr angehören, den Einflüssen länger widerstehen und in einer sehr harten grauweissen Abänderung im Innern noch unzersetzt sind. Nach oben nimmt das Tuffconglomerat allmälig Schichtung an und geht durch Verschwinden der grossen Bruchstücke in *rothen Sandstein* über, welcher sich an die höheren Hügel des Thonglimmerschiefers horizontal anlehnt. Es sind also hier auf kleinem Raum alle Uebergangsstadien der verschiedenen Modificationen der eruptiven Quarzporphyrmasse vereinigt. Die Thatsache ist besonders darum von Interesse, weil sie beweist, dass auch hier noch die Ausbrüche untermeerisch waren, mithin das Ufer des Meeres noch etwas weiter nördlich zu suchen ist. — Einige Porphyrstöcke, welche weiter östlich im Schiefer desselben Zuges aufsetzen, zeigen die beschriebenen Erscheinungen nicht. Die vom montanistischen Verein herausgegebene geognostische Karte zeigt auch gegenüber von Theiss, bei Gufidaun, eine kleine Partie von rothem Sandstein, die wahrscheinlich mit der erwähnten in Zusammenhang gestanden hat. Auch findet sich dort ein Reibungsconglomerat des Porphyrs mit dem Schiefer angegeben; ich habe dasselbe nicht beobachtet. Der Porphyr hat auf sein Nebengestein, wie gewöhnlich, einen sehr geringen Einfluss ausgeübt.

3. *Melaphyr.* Alle Gesteine, die unveränderten und veränderten Schiefer, der Diorit und der

---

[1]) **Leonhard** und **Bronn**, Jahrbuch, 1840, S. 140—142.

[2]) Ich beobachtete denselben nicht selbst, sondern erfuhr sein Vorkommen nur durch die gefällige Mittheilung von Herrn **Trinker** und nach anderen Nachrichten in Klausen.

Quarzporphyr mit seinen Breccien und Sandsteinen, werden in zahlreichen kleinen Gängen von einem feinkörnigen dunklen Gestein durchsetzt, welches in seinem Ansehen die mitteldeutschen Melaphyre denen von Predazzo verbindet, indem es in beiden Gebieten sparsame Vertreter findet. Dies ist der Grund, wesshalb ich es ohne Weiteres als Melaphyr in Anspruch nehme. Zunächst ist es entschieden, dass das Gestein der grossen Reihe der süd-tyrolischen triassischen porphyrischen Gesteine angehört und als ein Nachfolger des Quarzporphyrs zu betrachten ist, den es durchsetzt. Zu einer genauen Stellung in der Reihe derselben fehlt es an einer Analyse und an deutlichen ausgeschiedenen Gemengtheilen. Allein jene einzelnen Feldspath-Krystallflächen, die aus der unbestimmten feinkörnigen Grundmasse in grosser Zahl herausglänzen, sind dem Augitporphyr durchaus fremd; sie charakterisiren den Melaphyr ebenso wie das specifische Gewicht, welches unter dem des Augitporphyrs bleibt. Rechnet man noch die Färbung und sonstigen Eigenschaften hinzu, so müssen wir das Gestein zu denen zählen, welche mit ungefähr 55—60 Procent Kieselsäure den Uebergang von Melaphyr in Porphyrit anzeigen. Dafür zeugt auch besonders seine geringe Permeabilität für Wasser; das Gestein widersteht der Verwitterung in ausserordentlichem Grade und zeigt nur eine scharf begrenzte lichte Rinde, jenseits deren weder Thongeruch noch Brausen mit Säuren stattfindet. Diese Eigenschaft ist zur Erkennung der Gänge ausgezeichnet, da sie sich durch ihr frisches Ansehen und die scharfen Kanten stets aus dem umgebenden Gestein hervorheben. Die mächtigsten Gänge von 20—30′ Mächtigkeit setzen zwischen Nafen und Theiss im veränderten Schiefer und an der Kirche des letzteren Ortes in dem Tuffconglomerat des Quarzporphyrs auf. Andere von geringer Mächtigkeit sind allenthalben in Menge. Die ersten, denen man auf dem interessanten Wege von Klausen nach Theiss begegnet, sind in jenem Diorit, der auf der Karte nördlich von Gufidaun angegeben ist. Der Weg windet sich hier im Walde hinan. Weiter oben findet man sie häufiger und in dem Tuffconglomerat setzen sie in so ungeheurer Menge auf, dass sie dasselbe oft wie ein Netzwerk durchdringen. Das lockere Bindemittel zwischen den Bruchstücken gab leicht nach und so zieht sich allenthalben die dunkle Masse in feinen Gangtrümmern hindurch. Man kann die Verzweigungen in's Unendliche verfolgen; sie erinnern an die durch rothe Injectionen präparirten Gefässsysteme von höheren Thieren. — In noch auffallenderem Grade zeigt das vierte Eruptivgestein von Theiss diese Eigenschaft. Im Gegensatz zu dem vorigen kann es schon zum

4. *Augitporphyr* gestellt werden, obgleich es dem Normaltypus desselben, wie er an der Seisser Alp auftritt, nicht vollkommen entspricht, sondern zwischen ihm und dem Melaphyr die Mitte hält. Es ist ein schwarzes, basaltartiges Gestein, in welchem Augitkrystalle sparsam auftreten. Die basaltschwarze Färbung, das höhere specifische Gewicht, der Mangel an gut ausgebildeten Feldspathkrystallen und das Auftreten von Augit — dies sind hinreichende Merkmale zur entschiedenen Trennung dieses Gesteins von dem vorigen, um so mehr, als beide in allen Gängen gleich charakteristisch auftreten und in jedem Handstück zu unterscheiden sind. Die Augitporphyrgänge herrschen östlich von den vorigen, durchkreuzen sich aber mit ihnen auf das Manchfaltigste im mittleren Theil, ungefähr 2000 Schritt östlich von Theiss, und tragen zur Complicirung des erwähnten Netzwerkes bei. Diese Stelle ist der Fundort der

Achatmandeln von Theiss, deren interessante, ihnen zum Theil eigenthümliche Ausbildung auf besondere Bildungsverhältnisse hinweist. Die allgemeinen Processe der Bildung von Achatmandeln wurden mit besonderer Berücksichtigung derer von Theiss von Kenngott in seiner bekannten Abhandlung auf scharfsinnige Weise dargethan. Es ist nur übrig, die Resultate der geognostischen Untersuchung des Vorkommens hinzuzufügen. Die Gänge setzen, wie erwähnt, in sehr geringer Mächtigkeit, meist nur als Gangtrümmer, im Tuffconglomerat des Quarzporphyrs auf und erreichen nur an einzelnen Stellen ein bedeutenderes Volumen. Die Bedingungen zur Auslaugung von Gesteinen waren daher hier in einem

günstigeren Masse geboten, als an irgend einem andern Ort. Wie stark sie gewirkt hat, beweist ebenso die tiefgehende Zersetzung der Breccie, als die Ausfüllung aller Spalten mit Auslaugungsproducten. Diese bestehen dann stets aus denselben Mineralien, die in den Mandelräumen abgelagert sind, und auch die Anordnung ist dieselbe. Mehrere dünne abwechselnde Lagen von Chalcedon und krystallinischem Quarz schliessen sich der Wand der Spalte an und sind gegen das Innere derselben mit frei ausgebildeten Krystallen von Quarz besetzt. Nur in wenigen Fällen folgt noch Kalkspath oder Datolith.

Die Mandelräume finden sich in den Gängen des Augitporphyrs, besonders dort, wo sie sich ausbreiten, daher am meisten gegen die östliche Grenze der dem Quarzporphyr angehörigen Gesteine; sie haben häufig die Form der Ilefelder Mandeln: unten in eine Schneide zugeschärft, oben gerundet, und erreichen eine Höhe und Länge von mehr als 1 Fuss. Sobald eine kleine Kluft den Zugang zu den fertig gebildeten Blasenräumen geöffnet hatte, infiltrirten zuerst die Zersetzungsproducte des lockeren, tuffartigen Bindemittels des Conglomerats; Kieselsäure setzte sich an den Wänden in bedeutender Masse ab, daher die dicken Achathüllen. Erst weit später konnten die Producte der Zersetzung des schwerer zerstörbaren, festen Augitporphyrs zur Ablagerung kommen und in den übrig gebliebenen Hohlräumen diejenigen Mineralien sich bilden, welche für die Augitporphyr-Mandelsteine von Fassa und der Seisser Alp charakteristisch sind; dies sind besonders Zeolithe, zu denen bei Theiss noch Datolith hinzutritt. Dort, wo das Material nur aus dem basischen Gestein herzugeführt werden konnte, sind diese Silicate meist das einzige Ausfüllungsmittel der Hohlräume. Ich suchte an einem andern Ort zu zeigen, dass Quarz in den Hohlräumen des Augitporphyrs vom Fassathal und der Seisser Alp nur ausnahmsweise (am Molignon) als primitives Ablagerungsproduct vorkommt und in den meisten Fällen an die Stelle anderer Mineralien getreten ist. Bei Theiss hat die Manchfaltigkeit der umgebenden Gesteine jene eigenthümlichen paragenetischen Verhältnisse veranlasst, welche den Achatmandeln von diesem Ort so viel Interesse geben.

Werfen wir einen Blick zurück auf den geognostischen Bau der Umgegend von Klausen und Theiss, so haben wir im Allgemeinen ein Gebiet von vielfach wechselnden Thonglimmerschiefer-Varietäten und in diesem vier Eruptivgesteine successiv aufsetzend: Diorit, Quarzporphyr, Melaphyr und Augitporphyr. Dieses Zusammenvorkommen zeichnet die Gegend vor allen anderen Theilen von Tyrol aus. Nirgends finden wir gerade diese Gebirgsarten auf einen so kleinen Raum zusammengedrängt. Ehe wir den Ort verlassen, ist es nöthig, noch ein Bedenken zu beseitigen, das sich leicht aufwirft. Der Diorit steht nämlich ganz isolirt da und scheint in Süd-Tyrol keinen Vertreter mehr zu haben, wenn nicht an der Cima di Lagorei ein ähnliches Gestein vorkommt. Es liegt daher nahe, den „Diorit" von Klausen für einen langsam und grosskrystallinisch erstarrten Melaphyr zu halten, um so mehr, als sein relatives Alter zum Quarzporphyr sich durch die Lagerung nicht feststellen lässt. Allein abgesehen davon, dass das Gestein bei Sulferbruck von Melaphyr durchsetzt wird und dass letzterer noch nie so grosskörnig beobachtet worden ist, scheint besonders der Umstand Beachtung zu verdienen, dass das Klausener Gestein bei seiner Eruption einen unendlich höheren Hitzgrad hatte, als der Melaphyr von Theiss. Jenes hat den Thonglimmerschiefer wol 300 F. weit stark verändert, der Melaphyr hat gar keine Contactwirkungen hervorgebracht. Bei Theiss kann man dies nicht beobachten, da er hier im veränderten Schiefer auftritt; allein andere Gänge im Afferer und Villnösser Thal, wo man sie noch zahlreich antrifft, sind fast ohne Wirkung geblieben. Auf ähnliche Verhältnisse werde ich bei Predazzo zurückkommen. Der Diorit war daher bei der Eruption in dünnflüssigem Zustand, hatte einen hohen Hitzgrad und erstarrte wegen beider Eigenschaften mit deutlich krystallinischem Gefüge. Dies ist einer der hauptsächlichsten Gründe, welche seine Trennung vom Melaphyr fordern.

Ich beschliesse die kurze Darstellung der nördlichen Thonglimmerschieferzone, ohne in weiteres Detail einzugehen, da dieser Theil schon ausserhalb des von mir specieller untersuchten Gebietes liegt.

---

2. Das Quarzporphyrplateau von Botzen.

Wenn schon die in dem orographischen Theil in allgemeinen Zügen dargestellten Oberflächenverhältnisse und die Erörterung der Gesteinsabänderungen und Eruptionserscheinungen des Quarzporphyrs bewiesen, dass das Plateau desselben keineswegs in seiner inneren Structur eine einzige, gleichförmige Masse ist, so erhöht sich die Manchfaltigkeit des gliederreichen Baues mehr und mehr, wenn man ihn in seinen einzelnen Theilen untersucht. Es ist jetzt die Aufgabe, die äussere Gestalt der Gebirgsmasse in ihren Einzelnheiten zu entwickeln, das Fortstreichen der Producte der einzelnen Eruptionen und ihre Modificationen zu verfolgen, die Grenzen und das gegenseitige Verhältniss der aufgelagerten Schichten darzustellen und so in eng begrenzten Gebieten die Elemente zur Geschichte des ganzen Landes aufzusuchen. Ich kann diese Aufgabe, wie ich schon oben bemerkte, nur für die Umgegend von Botzen, und auch für diese nur unvollkommen, ausführen, da ich dem Quarzporphyrgebiet bei meiner Bereisung wenig Aufmerksamkeit und Zeit zugewandt habe.

Gebiet des Kuntersweges (Eisack) von Kollmann bis Karneid. — Mit dem Namen des Kuntersweges [1]) bezeichnet man die enge Spalte im Porphyr, in welcher die Eisack von Kollmann bis Karneid bei Botzen ihren Lauf nimmt. Auf ihrem engen Boden ist kaum Raum für den Fluss und die stets daneben hinführende Strasse. Von Klausen bis Kollmann ist das Thal der Eisack noch in Thonglimmerschiefer eingesenkt und die zerstörenden Gewässer konnten sich hier im Lauf der Zeiten sanfte weite Gehänge schaffen. Allein wo der von Osten herkommende Grödner Bach in die Eisack mündet, ändert sich plötzlich der Charakter. Der Thonglimmerschiefer verschwindet und die steilen Porphyrwände rücken enger zusammen. Anfangs sind sie dem Schiefer zu beiden Seiten aufgesetzt, aber bald bildet dieser nur noch in geringer Höhe den Fuss der Gehänge und zieht endlich in grössere Tiefe, zu der die klaffende Spalte nicht mehr folgt. Von hier an beginnen die grossartigen Engen des fast vier Meilen langen Kuntersweges. Mit terrassenförmigen Absätzen von geringer Breite erheben sich die Wände zu beiden Seiten zu einer Höhe von zwei Tausend Fuss und gewähren nur den hier und da an ihrem Grunde aufgehäuften Schuttmassen und den kleinen Plateaulandschaften jener Terrassen einige Vegetation. Aehnliche noch engere Spalten führen von beiden Seiten die Gebirgsbäche zur Eisack herab und gestatten in der beengenden Kluft die einzige Durchsicht nach höheren Berggipfeln, die sich an den Grenzen des Plateau's erheben.

Ueber den Wänden breitet sich das Plateau zu beiden Seiten aus. Die in den tieferen Theilen der Wände schmalen Terrassen nehmen nach oben mehr und mehr an Breite zu und ihre horizontalen Absturzlinien erhalten in gleichem Verhältniss eine manchfaltigere Gestalt; die letzten derselben umziehen in weitem Bogen die höheren Gehänge der kleinen Seitenthäler, bis endlich die höchsten Terrassen in das Plateau übergehen; darüber erheben sich abermals terrassenförmig abgesetzte Hügel, wie z. B. westlich von Castelrutt und Seiss. So kommt es, dass die Hochfläche gegen das Eisackthal in ihrer allgemeinen Gestalt eine treppenförmig abgestufte flache Mulde bildet, deren Boden continuirlich fortzusetzen scheint. Von Seiss und Völs erscheinen die gegenüberliegenden Dörfer auf dem Ritten nah und leicht erreichbar;

---

[1]) Nach dem Bauer Kunter benannt, welcher im 13. Jahrhundert die Strasse durch das Spaltenthal baute. Früher, insbesondere zur Zeit der Römer, fand die Verbindung zwischen Botzen und Kollmann über das Plateau von Seiss und Castelrutt statt.

man ahnt nicht die furchtbare Kluft, welche in der flachen Einsenkung der Mulde plötzlich in die Tiefe setzt und die beiden Gehänge für den Verkehr einander vollkommen entfremdet. Dieser Theil des Plateau's, so weit er seine Gewässer nach der Eisack entsendet, ist es, welcher hier in Betracht kommt. Der westliche Theil ist unter dem Namen „Auf dem Ritten" bekannt und ist eine als Sommerfrische sehr gesuchte Landschaft, besonders die Orte Oberbotzen, Wolfgruben, Unterrinn, Lengmoos, Klobenstein und Lengstein; der östliche ist die anmuthige Landschaft von Völs und Seiss; beide sind ein reich bevölkertes, ertragreiches Land, dessen Charakter ein überaus eigenthümlicher ist, indem er zwischen dem einer Berg- und einer Thallandschaft schwankt. Selten dürfte man auf einem Gebirge eine solche Zahl der blühendsten Ortschaften auf kleinem Raum zusammengedrängt finden.

Das System von Klüften, welche dieses Porphyrgebiet durchsetzt, die Wände der Terrassen, welche selbst auf der Höhe des Plateau's zuweilen senkrecht und mit entblösstem Gestein anstehen, sowie die vielfachen Erosionen durch Bäche, verursachen einen Reichthum an Aufschlüssen über den Gebirgsbau, wie man ihn bei Eruptivgebirgsmassen selten beobachtet, und machen den Kuntersweg zu dem wichtigsten Schlüssel für die Erforschung der inneren Structur des Porphyrplateau's.

Wenn man den Kuntersweg abwärts durchwandert, so ist zunächst die *Grenze zwischen Porphyr und Thonglimmerschiefer* von Interesse. Der Quarzporphyr bildet dort, wo er den Thonglimmerschiefer durchbrach, die früher angedeuteten Reibungsconglomerate, während die emporgequollene flüssige Masse sich über die Oberfläche ausbreitete. Für das Erstere gibt der Kuntersweg selbst den Beleg, für das Letztere die zunächst anschliessenden höheren Theile der Grenzlinie, wo sich die Auflagerung des Quarzporphyrs auf Schieferhöhen leicht beobachten lässt, so besonders auf dem Raschötz; auch auf den westlich gelegenen Bergen ist nach Herrn **Trinker's** Mittheilung dasselbe Verhalten klar.

Man befindet sich also bei Kollmann unter der südlich einfallenden Porphyrdecke und geht stromabwärts in dieselbe hinein, bis man die Eruptionsstelle und an ihr das genannte Reibungsconglomerat erreicht. In kurzer Erstreckung steht nun das feste Gestein an; aber schon bei Törkele gelangt man an mächtige Tuffconglomerate, welche in horizontalen Bänken sich bis zu grosser Höhe aufbauen und das Dorf Matrung oder St. Oswald tragen. Dieselben Bänke stehen am Eingang an der Trostburg an und bilden dort ebenfalls den Abhang hoch hinauf bis zu jener Stufe, auf welcher der Weg von Tysens nach dem Gasthaus beim Mayrl führt. Der eruptive feste Quarzporphyr, welcher das Reibungsconglomerat mit Thonglimmerschiefer bildet, trennt die Tuffbänke von Matrung und Trostburg, indem er sich zwischen ihnen als breiter Gang seinen Weg gebahnt hat. Der Porphyr dieses Ganges ist von carmoisinrother Farbe mit einem Stich ins Scharlachrothe, die oben als *„Porphyr von Castelrutt"* bezeichnete Varietät. Ueberblicken wir von dieser Eruptionsstelle aus seine Verbreitung. Auf dem Weg von Törkele, einem einsamen Wirthshaus im Kuntersweg, neben einer Brücke über die Eisack, nach Castelrutt wandert man fast ausschliesslich auf der Gangmasse des Castelrutter Porphyrs und sieht die Tuffbänke an ihn beiderseits heranreichen. Die kleinen rothgefärbten Einschlüsse sind veränderte Bruchstücke des Thonglimmerschiefers. Dieses gangförmige Aufsteigen dauert fort, bis man sich in einem amphitheatralischen Kessel befindet, über dessen Wänden Tysens und Castelrutt liegen. Hier sieht man den rothen Quarzporphyr sich ausbreiten und allseitig die Wände des Kessels bilden, während die Bänke in der Tiefe bleiben; es zeigt sich deutlich, dass die Eruptivmasse dieselben gerade so überflossen hat, wie an anderen Stellen den Thonglimmerschiefer. Verfolgt man die Decke nach Norden und Süden, so ist zunächst bei Castelrutt das Gestein ausgezeichnet entwickelt; es bildet den Boden des Ortes und dessen schönen Calvarienberg, welcher einst das Castell der Römer trug. Keine Porphyrvarietät zeigt so deutliche säulenförmige Absonderung. Die Säulen sind senkrecht zur Erstreckung der Decke gerichtet,

welche, wie früher erwähnt, gleichsam aus einzelnen Schalen besteht, deren jeder die säulenförmige Zerklüftung eigen ist. Der Calvarienberg zeigt besonders deutlich das treppenförmige Ansteigen an dem Abbruch derselben.

Südlich von diesem Ausgangspunkt hat der Porphyr von Castelrutt eine bedeutende Verbreitung. Er bildet das kleine waldige Plateau zwischen Castelrutt, Matrung (oder Sanct Oswald), der Burg Aicha und Seiss. Nach Norden, Westen und Süden stürzt dasselbe mit senkrechten Wänden auf die Tuffconglomeratbänke ab, nach Osten senkt es sich zu einer flachen Mulde, in welcher der Weg von Seiss nach Castelrutt führt, und entwickelt sich zu dem geschichteten Grödner Sandstein. Die Auflagerungslinie zwischen dem Quarzporphyr und seinen Sedimentärtuffen zieht sich von Aicha über St. Vigil in tiefem Bogen um den Abhang von Sanct Constantin (Sanct Christanzen) und Völs herum und bildet das gesammte Plateau von Völs. Wahrscheinlich besteht daraus auch die durch ihre terrassenförmig abfallenden Decken und den dadurch bedingten malerischen Wechsel von Wald, Feld und Wiesen, von einzelnen Ansiedelungen und kleinen senkrechten Felsabstürzen ausgezeichnete Berglandschaft von Ums, Prösls, der Neuen Welt und dem Dorf Aicha. Dies konnte ich nicht mehr sicher feststellen. Südlich vom Tierser Thal aber findet sich der Porphyr von Castelrutt nicht mehr, die Decke scheint sich nur bis zu den hier höher ansteigenden Bergen ausgebreitet zu haben; daher auch der gänzlich veränderte landschaftliche Charakter im Norden und Süden des Tierser Thales.

Nördlich von Castelrutt ist die Verbreitung des in Rede stehenden Porphyrs fast ebenso bedeutend. Zunächst besteht daraus das Plateau zwischen Castelrutt, Tysens, dem Gasthaus beim Mayrl und Tagusens. Auch dieses fällt mit den beschriebenen, in senkrechte Säulen aufgelösten, Wänden nach mehreren Seiten, insbesondere gegen Westen nach dem Kuntersweg und gegen Norden nach dem Grödner Thal ab, während gegen Südost, wie in dem vorhin beschriebenen Fall, eine flache Einsenkung folgt, in welcher sich der Grödner Sandstein allmälig aus dem Porphyr entwickelt. In dem Plateau selbst sind einige Wasserrisse, deren schroffe Wände wiederum die senkrechten Säulen entblössen. Von Tagusens, welches selbst noch auf den Tuffbänken von Trostburg steht, zieht die Auflagerungslinie des Porphyrs schnell nach dem Grödner Thal hinab, wo sie den Thonglimmerschiefer trifft und auf diesem fortsetzt; die Tuffbänke von Trostburg sind damit abgeschnitten und erweisen sich somit als eine gänzlich isolirte, durch den Porphyr von Castelrutt begrenzte Partie. Dort, wo letzterer schon allein herrscht, setzt die tiefe Spalte des Prembachs in die Tiefe und entblösst das Gestein ausgezeichnet; sein Ausfluss in den Grödner Bach liegt bereits im Schiefer. Die letzten Gebilde vor dem Schiefer scheinen auf die Nähe einer verborgenen Eruptionsstelle hinzudeuten, da hier derselbe rothe Porphyr, wie er in der Höhe ansteht, eine Menge fremdartiger, kleiner, eckig begrenzter, rother Einschlüsse aufnimmt, bald auch viel schwarzen Glimmer führt und die rothen Bruchstücke allmälig grösseren von unverändertem Thonglimmerschiefer Platz machen. Das Verhältniss ist also genau dasselbe wie an der Eruptionsstelle im Kuntersweg und wir haben hier die Fortsetzung der Spalte zu suchen, in welcher der Porphyr von Castelrutt aufstieg. Zugleich wächst hier seine Mächtigkeit ungemein. Entblösst sie schon der Prembach in grossem Massstab, so stellt sie sich noch augenscheinlicher an dem steilen Abhang dar, mit welchem das nun folgende kleine Porphyrplateau von Sanct Michaël gegen den Grödner Bach abstürzt. Auch dieses senkt sich gegen Süden und es entwickelt sich der Grödner Sandstein durch allmäligen Uebergang.

Ueberschreitet man den Grödner Bach, so findet sich jenseits die weitere Fortsetzung des Porphyrs von Castelrutt am Raschötz, dessen sanft gerundeter, nach Nordwest ansteigender Abhang eine Decke über dem Glimmerschiefer bildet und später zu dieser Form erhoben wurde (Prof. I, II). Diese Decke zieht fort bis zur Wasserscheide des Kuetschena-Baches (Gröden) gegen das Villnösser Thal, wo sie

plötzlich unterbrochen ist. Dann taucht derselbe Porphyr noch einmal in einer isolirten Masse nördlich von den Geissler-Spitzen auf.

Da ich das Gebirge „auf dem Ritten" nicht besuchte, so blieb mir die Verbreitung des Porphyrs von Castelrutt im Westen vom Kuntersweg unbekannt. Die zahlreichen Bäche führen in ihren Trümmermeeren viele Bruchstücke desselben herab und er scheint auch dort eine nicht unbedeutende Verbreitung zu haben, sich aber nicht bis in den westlichen Theil dieses Gebirges zu erstrecken, da die Talfer keine Spuren von ihm herabführt. Der hohe Scheiderücken dürfte daher als die westliche Grenze der Verbreitung unserer Porphyrdecke anzusehen sein.

Ueberblicken wir noch einmal die Verbreitung und das Auftreten des Porphyrs von Castelrutt, so haben wir zunächst Spuren einer Eruptionsspalte zwischen Kollmann und Törkele, an der Mündung des Prembaches und im Hintergrund des Villnöss-Thales. In seiner ganzen Breite durchschnitten ist der mächtige Gang am Abhang von Törkele gegen Castelrutt und die mächtigste Massenentwickelung ist unmittelbar an der Eruptionsspalte, gegenüber von Sanct Peter im Gröden. Die Decke endlich hat eine Verbreitung von dem Raschötz-Gebirge über Castelrutt und Völs bis gegen den Tierser Bach und westlich wahrscheinlich bis an den Gebirgszug zwischen dem Ritten und dem Sarnthal. In Zusammenhang steht die Decke nur längs der ununterbrochenen Auflagerungslinie des Grödner Sandsteins. Der Kuntersweg trennt sie in zwei grosse Theile und jeder von diesen ist wiederum in eine Menge kleinerer Lappen durch das System der Querthäler zerspalten.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass das Material zu dem südlichen Theil der Porphyrdecke aus der Eruptionsspalte von Castelrutt stammt, und es ist wol zu erwarten, dass genauere Untersuchungen noch weitere Zuführungskanäle nachweisen werden.

Der Porphyr von Castelrutt ist, wie sich aus der beschriebenen Art seines Auftretens ergibt, eins der jüngsten Glieder in den grösseren Masseneruptionen am Kuntersweg. Die späte Eruptionsepoche macht ihn ebenso wie seine Verbreitung zum Hauptmaterial für die Bildung des Grödner Sandsteins in seinem Gebiet. Letzterer reicht im Süden bis Tiers, also genau so weit, als die Decke unseres Porphyrs. — Der Uebergang vom Porphyr durch Eintreten einer bankförmigen Absonderung, durch Lockerwerden des Gesteins, durch das Erscheinen von Tuffconglomeraten, welche die Varietät ihres Muttergesteins nicht verläugnen und nur Einschlüsse von demselben führen, endlich durch Feinerwerden des Korns und das Eintreten deutlicher Schichtung im charakteristischen Grödner Sandstein ist überall zu beobachten, wo immer ein Aufschluss gegeben ist, besonders im Walde östlich von Sanct Michaël, ferner oberhalb Sanct Vigil am Seisser Bach, wo am Weg nach der Burg Aicha die deutlichsten Bänke der hieher gehörigen Conglomerate anstehen, ferner an einigen untergeordneten Stellen bei Völs und wiederum in grossartigem Aufschluss bei Ums.

Wir wenden uns von Törkele weiter abwärts im Kuntersweg, um jene Gebilde zu analysiren, welche unter der Decke des Porphyrs von Castelrutt liegen. Ein Aufschluss derselben ist natürlich nur von den Wänden der Spalten zu erwarten. Schon am Törkele-Wirthshaus selbst und von da an abwärts bis Atzwang durchschneiden beide Wände des Kuntersweges jene Bänke von Tuffconglomerat, deren wollsackähnliche gerundete Verwitterungsformen und fruchtbare Terrassenlandschaften ich bereits erwähnte. Zu beiden Seiten steigen sie hoch an; die Durchschnittslinien der Schichten mit der Thalwand sind horizontal, doch scheint die Ebene der Schichten nach Ost geneigt zu sein. Gegen den Porphyrdurchbruch von Törkele ist die Richtung der Schichten indifferent; sie kommen von Trostburg wie von Matrung bis an den Gang ungestört heran. Das Altersverhältniss zu dem Porphyr von Castelrutt ist somit klar; die Conglomerate gehören einer oder mehreren älteren Eruptionen an, und es ist

ihre Quelle zu suchen. Es scheint, wie ich schon oben flüchtig andeutete, dass dieselbe nicht in einer einzigen Porphyrvarietät liegt, sondern dass wiederholte Ausbrüche das Material zu den Tuffconglomeraten gaben. So dürfte insbesondere der bei Atzwang die Tuffe unterbrechende grünlichgraue feste Quarzporphyr jünger sein, als die ältesten Tuffe, und das Material zu den letzten derselben gegeben haben. Das Hauptmaterial aber gab gewiss der *Porphyr von Blumau,* welcher bei Steg erscheint und von da an mit wechselndem Charakter beide Thalwände, fast bis zum Ausgang bei Botzen, bildet. Bei Steg steht er als ein festes Conglomerat mit eckigen Bruchstücken an, eine wahre Breccie vom reinsten plutonischen Ursprung. Die untersten Theile der Gehänge gegen Völs sind mit Trümmermassen bedeckt, welche diesen Charakter am deutlichsten zeigen und zum Theil plattig abgesondert sind Höher hinauf nehmen die Bruchstücke an Zahl ab, der Porphyr wird reiner und bildet in einer typischen Ausbildung die Gehänge, bis er von der Decke des Castelrutter Porphyrs überlagert wird. Sowol zwischen Steg und Atzwang, als auch besonders in der Höhe des Abhanges, wenn man anstatt aufwärts nach Völs sich weiter am Gehänge hin nach Sanct Constantin wendet, ist der Uebergang sowol im Gestein als im landschaftlichen Charakter und der Bewohnbarkeit der schmalen Terrassen leicht zu erkennen.

Verfolgt man den Porphyr von Blumau südlich von Steg, so nimmt in demselben Mass wie nach der Höhe der breccienartige Charakter ab und bei Blumau erscheint er in reinster Gestalt. Er besitzt hier eine ausgezeichnet plattig krummschalige Absonderung; wo aber diese nicht ist, beobachtet man nur eine unregelmässige Zerklüftung und nur mehr eine allgemeine Andeutung der charakteristischen Terrassenformen; säulenförmige Absonderung bemerkte ich nirgends. Um so schärfer zeichnet sich durch die letztere weiter thalabwärts der dunkel-carmoisinrothe *Porphyr von Botzen,* welcher bereits eine halbe Stunde unterhalb Blumau ansteht und an dem rechten Ufer der Eisack eine isolirte Pyramide bildet, die bis oben hinauf aus stufenförmig abgesetzten Systemen von Säulen besteht.

Der Botzener Porphyr zeichnet sich ausserdem durch seine massenhaften Breccienbildungen aus. Am Kuntersweg beobachtet man dieselben noch nicht in dem Massstab als bei Botzen, wo sie besonders durch den Bau der Eisenbahn vortrefflich aufgeschlossen wurden. Auch am Virgel, am Calvarienberg und bei dem Gescheibten Thurm am Eingang in das Sarnthal, vorzüglich aber am Schloss Sigmundskron ist der Botzener Porphyr fast ausschliesslich in Form von Reibungsconglomeraten ausgebildet, welche theils mit Bruchstücken seiner eigenen Masse, theils mit solchen von älteren Porphyren, wie vom *Blumauer* und *Branzoller,* erfüllt sind. Die grünen Fragmente insbesondere nehmen oft sehr überhand und treten auch bei der stärksten Zersetzung noch hervor. Hoch darüber hinaus ragt der schmutziggrünlichgraue Quarzporphyr, welchen wir als *Hocheppaner Porphyr* bezeichneten. Er durchbrach die vorigen und breitete sich zu den höchsten Gebirgen der Umgebung aus.

Etschthal bei Botzen. — Botzen liegt am Wendepunkt der ausserordentlich breiten Thalspalte der Etsch auf einer sanft geneigten Fläche und ist ganz und gar auf den angeschwemmten Geröllen der Talfer und der Eisack gebaut. Noch jetzt führt besonders der erstere Strom unendliche Massen von Bruchstücken seiner krystallinischen Schiefer und Quarzporphyre herab, und man muss die Dämme seines breiten Bettes jährlich mehr und mehr erhöhen. Es ist dies eine Eigenthümlichkeit sämmtlicher Zuflüsse, welche die Etsch aus dem Gebiet des Porphyrs erhält. Sie brausen wild herab im tiefen und engen Bett und wachsen bei dem geringsten Anlass zu ausserordentlicher Heftigkeit an. An ihrem Ausfluss häufen sie halbkegelförmige Schuttmassen an, die sich alljährlich erhöhen und erweitern. Der Bach fliesst auf einem in den Rücken des Kegels eingeschnittenen Kanal und ist daher weit höher als seine Umgebung. Fast alle Dörfer im Etschthal haben sich an solchen Stellen angesiedelt, da sie ihnen bei der allgemeinen Wasserarmuth des Porphyrgebietes willkommene Zufluchtsstätten bieten mussten. Die

schwach geneigten Schuttmassen senken sich dann allmälig unter das morastige, aber zum Theil die gerühmte Fruchtbarkeit des Thales bedingende Inundationsgebiet der Etsch. Dieser Fluss lässt die Geröllmassen aus seinen engeren und wilderen Thalstrecken schon höher oben liegen und führt von Meran an bei seinem ruhigen gewundenen Lauf [1]) in dem breiten Thalboden nur fein vertheilte Zersetzungsproducte mit sich. Einzelne Strecken sind immer sumpfig, wie die Karte zeigt. Man sieht dann in stagnirenden Gewässern weit ausgedehnte Flächen von Schilf, so besonders von Vilpian über Terlan und Andrian bis Sigmundskron und zwischen Auer und Branzoll. Andere Gebiete werden jährlich, noch andere nur bei aussergewöhnlich hohem Wasserstande überschwemmt und mit dem fruchtbaren Schlamm der Etsch überführt. Sie erhöht daher mit ihrem Bett zugleich die ganze Thalsohle.

So wirken in der Ausfüllung des grossen Etschthales stets die zwei Elemente: die Gerölle der Zuflüsse aus dem Porphyrlande und der Schlamm, den die Etsch mit sich führt [2]). Sie verursachen besonders an der Grenze der Inundationsgebiete gegen die Schuttanhäufungen der Zuflüsse einen häufigen Wechsel. Bei Botzen sind diese Verhältnisse sehr deutlich. Botzen, Rentsch, Gries, Moritzing, Siebeneich, Terlan u. s. w. liegen sämmtlich unmittelbar unter den Wänden des Porphyrs auf den angeschwemmten Schuttmassen, jeder Ort an dem Ausgang einer besonderen Thalspalte. Wenn man aber bei Botzen die Talfer überschreitet und sich auf der Strasse nach Hocheppan hält, so kommt man bald auf die Quiriner Leege, die breite, von zahlreichen Kanälen durchschnittene und dem Hochwasser ausgesetzte Etschniederung, ein üppiges, mit Weingärten, Mais- und Getreidefeldern bedecktes Culturland. Im September fand ich nach einem mehrtägigen Regen Alles überschwemmt und die Strasse bei Sigmundskron tief unter Wasser.

Die Bildung der Anschwemmungen, welche das Etschthal erfüllen, geht so noch jetzt ununterbrochen von Statten und wir müssen sie daher, so weit sie die Oberfläche bilden, ausschliesslich als Alluvium bezeichnen. Von den als diluvial angenommenen Schotterterrassen, welche in vielen Thälern der Alpen und Karpathen so häufig sind, ist im Quarzporphyrgebiet nichts zu sehen. Die Anschwemmungen reichen unmittelbar bis an die Thalwände heran, welche allenthalben sehr steil, oft beinahe senkrecht aufsteigen. Wo die Vegetation fehlt, sieht man häufig eine verticale Zerklüftung, welche an die säulenförmige Absonderung erinnert.

Hochebene von Eppan. — Von Sigmundskron bis Gmund, gegenüber von Auer, zieht als Begrenzung der Etschebene eine lange steile Wand, meist dunkel bewaldet, zum grossen Theil unmittelbar

---

[1]) Eine vortreffliche Zusammenstellung der Gefälle der Etsch in den verschiedenen Thalstrecken von der Quelle bis zur Mündung gab Simony in seinem Aufsatz „über die Alluvialgebilde des Etschthales" (Wiener Sitzungsberichte, Bd. XXIV, S. 455 bis 492; 1857), worin auch vorzüglich über den Oberlauf der Etsch von der Quelle bis Meran ein reiches Beobachtungsmaterial niedergelegt ist. Die Tabelle auf S. 260, 261 zeigt, dass vom Reschenscheideck bis zur Mündung der Passer bei Meran das Gefälle in der Regel 1 : 14 bis 1 : 80 beträgt und nur auf einzelnen Alluvialebenen (Mündung des Langtauferer Baches, Glurnser Ebene und die Ebenen zwischen Schlanders und Laatsch, Morein und Staben und zwischen Naturns und Rabland) bis 1 : 200 und 1 : 300 herabgeht. Der geringste Betrag ist aber immer noch 1 : 398. Von Meran bis zur Mündung des Falzauer Baches ist das Gefälle noch 1 : 168; von da bis zur Brücke bei Gargazon sinkt es auf 1 : 365, von dieser bis zur Brücke bei Sigmundskron, der sumpfreichsten und den Ueberschwemmungen am meisten ausgesetzten Strecke, selbst bis 1 : 1370. Von hier bis St. Florian unterhalb Neumarkt, wo die Etsch aus der Porphyrspalte in die Kalkgebirge tritt, beträgt es 1 : 824 und 1 : 850.

[2]) Welchen Einfluss die Schuttanhäufungen auf die Stromgeschwindigkeit und somit auch auf die Ablagerungen ausüben, beweisen besonders Simony's Beobachtungen über die Veränderung des Gefälles durch die Einmündung der Zuflüsse. So beträgt sie (a. a. O. S. 481) oberhalb des Schuttkegels der Talfer und Eisack, an der Mündung der letzteren, nach obigen Angaben 1 : 1370, unterhalb derselben 1 : 850. Dasselbe Verhältniss fand Simony bei den Einmündungen des Noce, des Avisio, der Fersina und des Leno.

von dem Strome bespült. Auf ihrer Höhe entwickelt sich ein gleichgerichteter, schmaler Gebirgszug, der „Mittelberg". Die Wand und der Bergzug bestehen aus Quarzporphyr. Ueber dieser Stufe und ihr parallel erhebt sich im Westen eine zweite noch weit höhere Wand; auch sie löst sich in der Höhe in eine Gipfelreihe, das Mendola-Gebirge, auf. Die Stufe des Mittelberges bis zu dieser Wand ist nicht eben, sondern senkt sich gegen die letztere und erscheint als ein breiter Kanal zwischen zwei Porphyrzügen. Ehe wir die letzteren betrachten, werfen wir einen Blick auf jenen Kanal, welcher sich in einer Länge von fünf Stunden bei einer Breite von Einer Stunde von Nord nach Süd erstreckt. Sein überaus fruchtbares Land führt in Botzen den Namen Ueberetsch; wir bezeichnen es mit **Schaubach** als die Eppaner Hochebene. Dieses ganze Gelände besteht in bedeutender Mächtigkeit aus Anschwemmungen verschiedener Art, besonders glimmerigem lockeren *Lehm* und abgerundeten *Geröllen von Porphyr* und *krystallinischen Schiefern.* Ueber die Entstehung kann kein Zweifel herrschen. Entschieden kann das jetzige Etschthal noch nicht bestanden haben, als jene fluviatilen Anschwemmungen aus fernen Gegenden sich niederschlugen. Dies hat auch keine Schwierigkeit, da das Etschthal ein Spaltenthal ist und also eine Periode vor der Aufspaltung gewesen sein muss, in welcher der Mittelberg mit dem Rothstein und der Rothwand zusammenhing. Damals mussten die Gewässer natürlich über den niedrigsten Theil des Porphyrplateau's selbst ihren Abfluss nehmen. Dies war aber, wie die jetzigen Höhenmessungen ergeben, gerade der Theil zwischen Mittelberg und Mendola. Es ist dies also ein uralter Lauf der Etsch aus vormaligen Perioden der Erdgeschichte. Sie brachte aus dem Urgebirge jene Massen fremdartigen Materiales mit, welche wir heute dort beobachten. Die Anschwemmungen reichen bis zu einer Meereshöhe von ungefähr 1900 Fuss hinauf und auch ihre höchsten Punkte werden noch beiderseits vom Porphyr ein wenig überragt. Die Wassermenge, welche dieses breite Bett durchströmte und die ungeheuren Sedimentmassen absetzte, muss sehr bedeutend gewesen sein. Vielleicht dürfte sich durch genauere Untersuchung die einstige Anwesenheit eines Seebeckens nachweisen lassen, welches im Süden durch die noch undurchbrochenen Kalkmassen von Neumarkt abgesperrt und von der Etsch durchströmt wurde.

Was den Lauf der Gewässer betrifft, ehe sie die Eppaner Hochebene erreichten, so ist es wahrscheinlich, dass vor der Bildung der Spalte zwischen Botzen und Neumarkt auch die Spalten des Sarnthales, des Kuntersweges und der Etsch zwischen Meran und Botzen noch nicht existirten und jene Gewässer auf der Hochfläche des Porphyrs flossen. Dies wird noch wahrscheinlicher, wenn man die Gestalt der flachen Mulde in Betracht zieht, welche sich über den Wänden des Kuntersweges ausdehnt und viele der Ortschaften auf dem Ritten trägt. Man beobachtet dort allenthalben *Geröllmassen von Glimmerschiefer, Gneis* und *Brixener Granit,* und die vom montanistischen Verein herausgegebene Karte gibt in der Höhe unterhalb Oberbotzen eine Auflagerung von *„Diluvium"* an; wahrscheinlich sind damit grössere Anhäufungen jener Urgebirgsgerölle gemeint. Dass diese Gerölle von Wasserfluthen vor der Bildung der Spalte des Kuntersweges herbeigeführt werden mussten, versteht sich von selbst. Einen Beleg dafür gibt der gänzliche Mangel derselben unterhalb der breiten Terrassen, in denen die Wände der Mulde an beiden Seiten allmälig aufsteigen. Auch auf den Terrassen bei Tagusens gibt die genannte Karte „Diluvium" an. — Eine zweite Strömung der Gebirgsgewässer scheint von Norden herabgekommen zu sein; denn auch über dem Thal der Talfer ist eine flache Mulde, welche den Charakter einer einstigen Wasserstrasse trägt und noch jetzt den einzigen bewohnbaren Boden des Talfer-Thales bildet, so weit es im Porphyr fliesst. Die Dörfer Wangen und Afing und zahlreiche Häusergruppen liegen darauf. Bei dem ersteren Ort gibt die genannte Karte ebenfalls *„Diluvium"* an. — Ein dritter Wasserzufluss vom krystallinischen Gebirge endlich scheint entlang dem jetzigen Thal der Etsch von

Meran herabgekommen zu sein, aber seinen Lauf ebenfalls über den Wänden genommen zu haben. Dieser Zufluss wird wegen der geringen Höhe des Porphyrs besonders wahrscheinlich.

Auf der Karte sind die Sedimente der Eppaner Hochebene als *Diluvium* bezeichnet. Dies ist jedoch, wie ich bereits bei der stratigraphischen Beschreibung erwähnte, keine genaue Bezeichnung des Alters, da es für dasselbe gar keinen bestimmten Anhalt gibt, sondern nur bedeuten soll *„fluviatile Anschwemmungen, welche älter sind als das Alluvium"*. In der That lässt sich die Periode, in welcher sie entstanden, nur äusserst ungenau bestimmen; sie hängt lediglich von der Feststellung des Zeitpunktes ab, in dem die Spaltenbildung der Quarzporphyrdecke geschah, und muss einen grossen Theil des Zeitraums zwischen der Triasperiode und diesem Moment umfassen. Dass die Spalten nicht in der Triasperiode entstanden sein können, ist klar; sonst hätten sie mit den marinen Ablagerungen derselben erfüllt werden müssen. Die oben angeführten Urgebirgsgerölle in der Mulde über dem Kuntersweg scheinen aber zu beweisen, dass auch nach der Triasperiode lange Perioden vergehen mussten, ehe die Aufspaltung geschah. Denn ehe die Porphyrmulde zur Ablagerung jener Blöcke blossgelegt war, mussten die Triasschichten in ihrer ganzen Mächtigkeit von mindestens 2000 Fuss vom Wasser durchnagt und in bedeutender Breite fortgeführt werden. Nach dieser ungeheuren Zerstörungsarbeit bedurfte es wiederum eines langen Zeitraums, damit das Flusswasser so mächtige Ablagerungen aufhäufen konnte, wie sie uns in der Eppaner Hochebene erhalten sind. Es ergibt sich daraus mit Nothwendigkeit, dass die Entstehung der Spalten, durch welche der Lauf und die Thätigkeit der Gewässer plötzlich in ganz neue Bahnen gelenkt wurden, einer der jüngsten Perioden in der Geschichte der Erde angehört. Sehen wir uns nach einem gewaltigen Ereigniss um, welches von so ausserordentlichen Wirkungen begleitet sein konnte, so bietet sich in der ganzen nachtriassischen Geschichte der Süd-Alpen ein einziges dar: es ist die eruptive und vulcanische Thätigkeit der Tertiärperiode. War auch der Heerd derselben erst im Vicentinischen und Venetianischen Gebiet, so konnten doch die Wirkungen der begleitenden Kraftäusserungen sich leicht bis in diese Gegend erstrecken. Wenn wir aber bei den unbedeutenden Ausbrüchen unserer thätigen Vulcane die Bildung von Rissen und Spalten in dem Gebirge der Umgebung beobachten, um wieviel grossartigere Zerberstungen werden die ungeheuren Erschütterungen hervorgebracht haben, von denen die Eruptionen der Basaltgebirge begleitet gewesen sein müssen! Keine Gebirgsart aber könnte mehr zur Berstung und zur Entstehung regelmässiger Spaltensysteme geeignet sein, als eine weit ausgebreitete Decke eines aus feurigem Fluss erstarrten Gesteins, in welchem die säulenförmige Absonderung nur einen Theil der Spannung aufgehoben hat und die senkrechte Zerspaltung begünstigte.

Die genannten Basalte und Trachyte gehören der Miocänperiode an. Ist unsere Hypothese richtig, so würde mithin auch die Spaltenbildung im Porphyr in der *Miocänperiode* entstanden sein, die jetzigen Thäler würden ihr Alter von diesem Moment datiren und in den letzten Perioden vor der Aufspaltung würden die Gewässer den dreifachen Lauf durch die Mulde über dem Kuntersweg, durch eine ähnliche Mulde über dem Sarnthal und durch eine dritte über dem jetzigen Etschthal genommen haben, um sich westlich vom Felsen von Sigmundskron zu vereinigen und gemeinsam zwischen dem Mittelberg und der Mendola dem Süden zuzueilen; die auf der Karte als „Diluvium" bezeichneten Gebilde der Eppaner Hochebene würden sodann die den letzten Perioden vor der Miocänzeit angehörigen fluviatilen Anschwemmungen aller von dem benachbarten Theil der krystallinischen Alpen herabkommenden Gewässer sein.

Jetzt ist die Eppaner Hochebene ein überaus fruchtbares Gelände. Zahlreiche blühende Ortschaften haben sich hier angesiedelt und auf den Anschwemmungen der früheren Süsswasserfluthen wächst der edelste Wein Tyrols. Nach Norden dacht sie sich ziemlich schroff ab und ist von den Bächen in steilen

Schluchten durchwühlt; nach Süden senkt sie sich allmälig zum Kalterer See, der nur wenig über die Alluvionen der Etsch erhaben ist.

Mittelberg, Sigmundskron. — Der Mittelberg trennt den vormiocänen vom nachmiocänen Etschlauf. Nach den Anschwemmungen des ersteren senkt er sich nur unbedeutend, nach denen des letzteren fällt er, wie erwähnt, steilwandig ab. Der nördlichste Vorsprung, welcher die schöne, frei in das Etschland hinausragende Burg Sigmundskron trägt, besteht aus den oft genannten Reibungsconglomeraten des Botzener Porphyrs, die hier ausgezeichnet säulenförmig zerklüftet sind. Die Thalwände entsprechen einander genau auf beiden Seiten; östlich der Etsch findet man dieselben Conglomerate. Wahrscheinlich ist auch der südliche Theil des Mittelberges vom Grossen Mantikler See bis in die Gegend von Gmund aus dem gegenüber anstehenden Branzoller Porphyr zusammengesetzt, um so mehr, als Bruchstücke desselben in jenem Conglomerat enthalten sind.

Gegend von Welschnoven und Deutschnoven[1]). — Diese beiden Dörfer bezeichnen die Hauptgegend des Porphyrplateau's, in welcher das Gestein am selbstständigsten die Oberflächengestaltung bestimmt. Bis zur Spalte des Tierser Thales verfolgten wir von Norden her den Castelrutter Porphyr, dessen besondere Eigenthümlichkeiten von Castelrutt bis Tiers den landschaftlichen Charakter bestimmen. Mit diesem Thal ändert er sich. An die Stelle übereinander liegender gewölbter Schalen mit terrassenförmigem Abbruch treten mehr gerundete, aber zugleich höher aufragende Berge, welche sich zu WNW.-OSO. streichenden Zügen vereinigen. Die Spalten geben an Tiefe und Schroffheit den in den Kuntersweg mündenden nichts nach, sind aber ungleich länger und verzweigter. Meist sind sie auch breiter, aber ohne die Vermittelung zwischen beiden Thalwänden erheblich zu erleichtern. Hin und wieder münden wilde Schluchten, welche in die Seitenwände eingewühlt sind und selbst hier den Verkehr erschweren. Die meisten Communicationswege müssen daher eine möglichst bedeutende Höhe zu erreichen suchen; dort können sie sich dann freier bewegen. Der Weg von Blumau am Kuntersweg nach Welschnoven zeigt alle diese Eigenthümlichkeiten auf das Klarste. Steil steigt man an den Wänden des Spaltenthales nach Steineck hinan, das auf einem wahren Eck über den Wänden von vier Spaltenthälern liegt und nur nach Südost mit dem Welschnovner Gebirge zusammenhängt. Durch Wald mit rasenartig zerstreuten Wiesen und Ansiedelungen steigt man stufenweise höher und höher nach jenem hinan. Allenthalben muss man an beiden Gehängen tiefe Schluchten umgehen. Die bedeutendste und steilwandigste mündet gegenüber von dem sonnigen und reich bewohnten Abhang von Ober-Aicha; der Weg von hier nach Welschnoven führt in ihr aufwärts. Noch mehr zerrissen und durchfurcht ist das Deutschnovner Gebirge von Rothstein bei Botzen bis Ober-Eggen. Alle Ansiedelungen, darunter das Dorf Deutschnoven selbst, liegen auf dem höchsten Gebirgsrücken und haben mit Wasserlosigkeit, kaltem Klima und Unfruchtbarkeit zu kämpfen.

Was die Gesteine betrifft, so findet man in dieser gesammten von Wäldern und Feldern bedeckten Gegend auf den Höhen wenig Aufschluss, die Verwitterung hat meist die Varietäten des Quarzporphyrs unkenntlich gemacht. Doch scheinen besonders diejenigen aufzutreten, welche wir als *Botzener Porphyr* und *Hocheppaner Porphyr* bezeichneten. Ersterer scheint im Deutschnovner und Ober-Eggener, letzterer im Welschnovner Gebirge vorzuwalten. Hier und da zeigen sich isolirte Auflagerungen von *Grödner Sandstein*, so insbesondere bei Deutschnoven; noch häufiger findet man auf den Höhen die Uebergangsstufen von Schichtung und Nichtschichtung, so besonders in den Bergen um Ober-Eggen.

---

[1]) Auf der Generalstabskarte „Welschenofen" und „Deutschenofen" geschrieben. Im Italienischen heissen die beiden Dörfer: Novo Italiano und Novo Tedesco.

Joch Grimm. — Mit diesem Namen bezeichnet man einen für Süd-Tyrol wichtigen Pass, welcher den Verkehr zwischen Cavalese und dem gesammten Porphyrplateau vermittelt. Man hat ihn auch auf die benachbarte Bergspitze übertragen, welche wegen ihrer schönen Aussicht und ihrer leichten Erreichbarkeit von der vielbesuchten Wallfahrtskirche Weissenstein grossen Ruf in Süd-Tyrol besitzt. Das gesammte Gebirge des Joch Grimm ist, wie die Karte zeigt, der isolirte Rest einer einst allgemeinen Decke der älteren Trias auf dem Porphyrplateau. Die Schichten lagern söhlig und vollkommen ungestört. Sie sind dem hohen Porphyrgebirge des Schwarzhorn angelagert und keilen sich daher, eine nach der andern, am Abhang desselben aus. Der Mendola-Dolomit als höchstes Glied reicht aber nicht mehr bis zum Porphyrabhang, sondern ist von ihm durch den flachen Einschnitt getrennt, über welchen der genannte Saumweg führt. Das Porphyrgebirge erreicht hier bei Petersberg, Aldein und Radein das Maximum seiner Ausbuchtung. Mit finster bewaldeten tiefen und steilwandigen Schluchten greifen die Thalsysteme mit ihren Wurzeln hier hinein und zerstückeln diesen Theil des Plateau's in eine Menge einzelner Vorsprünge. Wo der Porphyr durch die zerstörenden Gewässer hinweggeführt wurde, ist natürlich dasselbe mit den auflagernden Sedimenten der Fall; darum erscheinen ihre Umrisse so tief ausgebuchtet. Der *rothe Sandstein* ist besonders weit über die Höhe verbreitet, und da seine Oberfläche meist wenig geneigt und fruchtbar ist, so haben sich auf ihm die Dörfer angesiedelt. Mit treppenförmigem Absatz, der sich besonders von dem gegenüberliegenden Deutschnoven deutlich beobachten lässt, erheben sich über dem rothen Sandstein die *Seisser Schichten;* sie bilden auf der Höhe einen langgezogenen gerundeten Rücken und tragen als dritte Stufe, wiederum mit markirtem Absatz, die *Campiler Schichten*. Endlich folgt auf der Höhe die isolirte kleine Platte des *Mendola-Dolomits*, von der man wie von einer rings abgeschnittenen Zinne eine weite Aussicht über das Porphyrplateau geniesst. Am Wege von Deutschnoven herauf durchschneidet man dieses vollständige System der älteren Trias, zum Theil in trefflichem Aufschluss. Bei dem Jochhause stehen Campiler Schichten an.

Cislon. — Ganz analog dem Joch Grimm ist der Cislon aufgebaut; auch er ist ein zurückgebliebener Theil jener einst allgemeineren Sedimentbedeckung und vom vorigen nur durch die tiefe Auswaschung und Aufspaltung des Höllenthales getrennt. Mit *Grödner Sandstein* beginnt die Schichtfolge, sie endet mit *Mendola-Dolomit* und führt die gewöhnlichen Zwischenglieder. Kleine Verwerfungen, welche hier vorkommen, sind unwesentlich. Die aus dem Fleims kommende Strasse führt am Pausa-Wirthshaus über die Grödner Sandsteine, später in einer tiefen Bucht über Seisser Schichten; bei Montan und Auer steht Quarzporphyr an. Der Dolomit der Höhe führt, wie bereits bei Besprechung der „Mendola-Schichten" erwähnt wurde, dieselben Versteinerungen, welche in den stratigraphisch und petrographisch gleichen Schichten am Latemar vorkommen. Man sieht dieselben in Menge in den Beschotterungshaufen an der Strasse über den Pass von San Lugano, da man das Material von Cislon herabholt. Einige vortrefflich erhaltene *Chemnitzien* und andere Gastropoden fand ich in der Sammlung des Herrn Prof. V. **Gredler** zu Botzen. So lässt sich die Schicht des Mendola-Dolomits mit ihren charakteristischen Versteinerungen vom Latemar über die isolirten Reste der früheren Sedimentbedeckung nach dem Mendola-Gebirge verfolgen. Wahrscheinlich wird sie sich auch in den Kalkgebirgen, welche die südliche Fortsetzung der Mendola und des Cislon zu beiden Seiten des Etschthales bilden, auffinden lassen.

Die südöstlich von Neumarkt gelegenen Kalkgebirge, welche sich dem von Südwest nach Nordost streichenden Porphyrgebirge anlehnen, habe ich nicht besucht. Die Formationsgrenzen habe ich nach den Angaben der vom montanistischen Verein herausgegebenen Karte eingetragen.

So sind wir endlich bei dem Gebirgszug angelangt, welcher das Porphyrplateau südlich begrenzt, dem Zangenberg-Schwarzhorn-Pass del Gaso-Zug, welcher sich von dem letzteren Berg nach

Südwesten wendet und in der früher angegebenen Weise über den Wedeg-Bühel, Dos Mezalon u. s. w. bis nach Lavis fortsetzt. Seinen allgemeinen Charakter habe ich im orographischen Theil angegeben. Geognostisch bietet der Zug weniger Interesse durch seine Gesteinszusammensetzung als durch seine Höhe, welche ihn oftmals inselförmig über die Meere der benachbarten Gegenden hervorragen liess, so dass die Sedimente sich an seine Gehänge anlehnten, wie es bei dem Joch Grimm deutlich hervortritt. Sein Südabhang gehört dem Flussgebiet des Avisio an; wir wenden uns zu dessen Betrachtung erst von Predazzo aus.

3. Westliche Umwallung des Porphyr-Plateau's (Mendola-Gebirge).

Die Hochebene von Eppan zeigte sich nach unserer Darstellung als ein breiter, mit Flusssedimenten erfüllter Kanal zwischen Porphyrufern. Das östliche Ufer, der Mittelberg, bildet einen freien, wenig über die Sedimente erhabenen Grat. Am westlichen ragt gleichfalls der Porphyr nur bis zu geringer Höhe über die Anschwemmungen, aber auf ihm bauen sich mächtige Massen mariner Sedimente, unsere gesammte ältere Trias, auf, die in einer steilen, undurchbrochenen, vier Meilen langen Wand abgeschnitten sind und in imposanter Gestalt das Plateau überragen. Die Varietät des Quarzporphyrs ist zum grossen Theil der *Hocheppaner Porphyr,* also einer der jüngeren. Das alte Schloss Hocheppan steht darauf. In seinem ganzen Verlauf bildet hier der Porphyr eine steil abfallende, flache Stufe, deren oberer Rand wegen seiner günstigen, die Gegend beherrschenden Lage besonders für die Anlage von Ritterburgen geeignet war. Die Werburg bei Andrian, das Schloss Festenstein, die Burgen bei Missian, Hocheppan u. s. w. sind sämmtlich auf dem Rand der Porphyrterrasse erbaut. Weiterhin bildet die Gebirgsart den isolirt aufragenden Matschatsch bei Ober-Planitzing, verschwindet bei Kaltern und tritt, wiederum als abgesonderte Stufe, bei St. Joseph, Altenburg, Söll und Tramin auf. Die Höhe, bis zu welcher der Porphyr ansteigt, dürfte im südlichen Theil kaum mehr als 2400 F. betragen, während sie im Norden bis über 3000 Fuss erreicht. Der *Grödner Sandstein* bildet zum Theil schon die flache Oberfläche der Stufe, zum Theil ist er auch noch am Abhang entblösst. Es folgen, wie gewöhnlich, *Seisser* und *Campiler Schichten,* darauf der schwarze, plattige *Virgloria-Kalk* und der *Mendola-Dolomit* in bedeutender Mächtigkeit. Er bildet den felsigen Kamm des Gebirges. Die Versteinerungen wurden bereits erwähnt.

Was die Gegend jenseits dieses Gebirgskammes betrifft, so blieb mir dieselbe unbekannt; doch verdanke ich den Herren Bergrath **Foetterle** und **H. Wolf** in Wien einige Angaben darüber, welche im Verein mit den Beobachtungen im Osten einige weiter tragende Schlüsse gestatten. Von dem gesammten System der Tuffschichten mit ihren verschiedenen Einlagerungen findet sich in den Flussgebieten des Noce und der Sarca keine Spur. Erst weiter im Süden, in den Umgebungen des Garda-See's, kommen *St. Cassian-Schichten* vor. Was den *Schlern-Dolomit* betrifft, so hat es sich in den Gebirgen des Fleimser Thales, der Marmolata u. s. w. gezeigt, wie schwer oft derselbe bei starker Entwickelung des Mendola-Dolomits nachzuweisen ist. Auf der Karte des montanistischen Vereins sind Kalke in grosser Verbreitung über dem Dolomit der Mendola angegeben. Es lässt sich bis jetzt für sie ebenso wenig wie für den Latemar, Viesena u. s. w. sicher entscheiden, ob sie den Mendola- oder den Schlern-Schichten angehören. Indessen sind *Raibler Schichten* ebenfalls nirgends nachgewiesen; einige petrographisch ähnliche Schichten, welche Herr **Wolf** bei Bresimo und Proves fand, gaben kein bestimmtes Resultat. Auch ihr Verbreitungsbezirk von den lombardischen Alpen her hat seine äusserste Grenze weit südlicher. *Dachstein-Kalke* müssten nach der Analogie mit dem südöstlichen Tyrol westlich von der Mendola ganz

fehlen. Es wird sich aus der weiteren Darstellung ergeben, dass von einer ungeheuren Mächtigkeit im Südost (Monte Pelmo, Monte Antelao u. s. w. im Venetianischen) die verticale Ausdehnung gegen Nordwest und West mehr und mehr abnimmt und bereits am Schlern beinahe Null ist. Der Grund ergibt sich ebenso klar in einer säcularen, von West nach Ost vorschreitenden Hebung zu erkennen. Natürlich musste alles westlich von der Mendola gelegene Gebiet längst Festland sein, als sich im Osten die mächtigen Dachstein-Kalke ablagerten. Uebereinstimmend mit dieser theoretischen Folgerung hat man in der That in dem ganzen südwestlichen Tyrol noch nicht eine einzige Dachstein-Bivalve gefunden, ebenso wenig als überhaupt Gesteine von dem petrographischen Charakter des Dachstein-Kalkes der Ampezzaner Alpen.

Das erste Schichtgebilde über den Mendola-Dolomiten und den damit eng verbundenen lichten Kalken sind dunkle rauchgraue Kalke, welche Herr **Foetterle** und **Wolf** zu den bei Trient und im Val Sugana weit verbreiteten *oolithischen Kalken* (mittlere Jura) rechnen. Darauf folgen die rothen Kalke mit *Terebratula diphya* und andere Jura-Schichten, endlich *Kreide*. Diese jüngeren Gebilde sind im Val di Non ausserordentlich verbreitet. Fassen wir die Resultate zusammen, so sind an der westlichen Umwallung des Porphyrplateau's und jenseits derselben vorhanden: 1) die gesammte ältere Trias mit bedeutender Entwickelung des Mendola-Dolomits; 2) vielleicht Schlern-Dolomit; 3) eine Reihe jüngerer Formationen vom mittleren Jura an.

---

4. Oestliche Umwallung des Porphyr-Plateau's (West-Abhänge des Reiter-Joch-, Rosengarten- und Schlern-Gebirges).

Ungleich grossartiger als das westliche Mendola-Gebirge erhebt sich im Osten der steile Wall von Sedimentärgesteinen über die sanften Formen des Porphyrplateau's. Kaum kann es einen grossartigeren und für die Physiognomik der Gebirgsarten lehrreicheren Anblick geben, als wenn man zur Zeit des Sonnenunterganges von dem Pass der Mendola diese ferne Kette von Dolomitbergen übersieht. In tiefem Dunkel breitet sich eintönig und arm an landschaftlichem Formenwechsel die waldbedeckte Fläche des Porphyrs aus; „gespensterhaft bleich" umzieht sie im Hintergrund der langgezogene Wall des Dolomits, von der tiefen Einsenkung des Caressa-Passes unterbrochen. Wildzackig und zerrissen starren seine Hochgipfel darüber hinaus, während durch jede Einsenkung ein weiteres Meer von Dolomitgipfeln hinter dieser Kette sichtbar wird. Nähert man sich dem Wall, so treten klarer und klarer die horizontalen Durchschnittslinien der fast söhligen Schichten mit der Steilwand hervor, ziehen sich lang an ihr hin und geben ihr ein eigenthümliches mauerförmiges Ansehen. Die nach Südost gerichteten Höhenzüge des Porphyrplateau's setzen unter das Mauerwerk fort und geben der Grundlinie desselben eine vielfach gebogene Gestalt. An jedem dieser Hügel treten die Schichten horizontal heran und keilen sich eine nach der anderen aus, bis eine aus einem höheren Niveau ruhig über den Rücken hinwegzieht. Die erhabene Gebirgsmauer bietet daher, wie landschaftlich, so auch geologisch ein Bild der Ruhe und lässt nicht die gewaltsamen Störungen und Katastrophen ahnen, welche in der nächsten Nachbarschaft stattgefunden und selbst den Aufbau des in Rede stehenden Gebirges unterbrochen haben. Die Unterbrechungen der Stetigkeit im örtlichen Verlauf der Schichten betreffen übrigens nur die tiefsten Glieder, insbesondere den hier sehr mächtigen Grödner Sandstein und den untersten Theil der Schichten von Seiss. Sie beweisen auf das Klarste, dass die Höhenzüge des Porphyrs bereits zur Zeit der Ablagerung der unteren Trias in derselben Gestalt wie gegenwärtig vorhanden waren und die Sandsteine sich nur in den Mulden ablagerten. Unter die östliche Umwallungsmauer des Porphyrs greifen zwei Höhenzüge ein, welche sich über

das Niveau des Grödner Sandsteins erheben. Der zwischen dem Welschnovner und dem Tierser Bach gelegene zeigt auf der Karte die angedeutete Erscheinung besonders deutlich. Weiter südlich findet am Zangenberg dasselbe Verhalten statt; allein hier hat, wie wir weiter unten nachweisen werden, eine spätere örtliche Hebung stattgefunden (s. „Umgegend von Predazzo").

Wenden wir uns zur specielleren Darstellung der einzelnen Theile der in Rede stehenden Abhänge, und zwar zunächst zum

Latemar-Gebirge. — Wenn man von der erhabenen Porphyrmasse des Lavacé oder Zangenberges abwärts steigt nach dem Sattel-Jöchl, welches ihn vom Latemar-Gebirge trennt, so erreicht man bald die angelagerten Schichten, in die das Joch eingeschnitten ist. Es sind hier oben von der ganzen unteren Trias nur die rothen *Campiler Schichten* vorhanden, über denen sich steil die obere Trias des Dolomit-Gebirges aufbaut. Thalabwärts vom Joch gegen Ober-Eggen erreicht man eine deutsche Alp, wo die Campiler Schichten von zahlreichen Gängen durchsetzt werden; sie gehören grösstentheils *Melaphyr* und *Feldspathporphyr* an und sind an dem ganzen Gebirgsabhang bis zum Caressa-Pass häufig. Aus mehreren kleinen Bächen in der Nähe der Alp bildet sich hier der Zangenbach, der den Zangenberg nordöstlich begrenzt, sich bei Raut mit dem Ober-Eggener Bach zum Schwaizenbach vereint und rechts den Unter-Eggener Bach aufnimmt. Eine Stunde unterhalb Welschnoven münden diese Gewässer in den Kardauner Bach, der als Dantenor am Caressa-Pass entspringt. Der untere Lauf aller dieser Bäche liegt im Porphyr; steigt man an ihnen aufwärts, so gelangt man überall durch die gesammte untere Trias hindurch nach den Kalken und Dolomiten des Hochgebirges. Die obere Grenze der unteren Trias wird längs des ganzen Gehänges durch die Grenze des Waldes und der Weiden bezeichnet. Die unfruchtbaren Gesteine der oberen Trias ragen schroff und kahl aus dieser Zone hinaus; besonders fällt dies dort in die Augen, wo, wie am Reiter-Joch, einzelne Felsgräte aus dem Gebirgskamm vorspringen und ihren Fuss in die sanfteren, waldbewachsenen Gehänge tauchen. Die untere Grenze der unteren Trias oder die Grenze von Sandstein und Porphyr ist hier, wie an so vielen Orten, wegen des allmäligen Gesteinsüberganges eine wenig entschiedene. Nur dort, wo die höheren Schichten des Sandsteins einer geneigten Fläche des Porphyrs anlehnen, ist sie scharf. Allein dieser Fall ist sehr selten, da der Porphyr überall, wo ihm die schützende Decke der Sedimentgesteine fortgeführt wurde, einer ausgedehnten Zerstörung preisgegeben ist. Die Verwitterung greift bald mächtig ein und das Wasser gräbt sich tief in diese hinein, so dass man fast allenthalben, anstatt vom porphyrischen Ufer nach dem eingelagerten rothen Sandstein hinabzusteigen, vielmehr aus den tief ausgenagten Schluchten des Porphyrs nach den schützenden noch übrig gebliebenen Schichten aufwärts gehen muss. Das System der Quellbäche des Schwaizenbachs gibt davon ein schönes Beispiel. Es ist ein System von Schluchten, welche sich in das aufgelagerte Schichtensystem verzweigen. Fast jeder Vorsprung zwischen zwei Schluchten zeigt noch die vorhandene Bedeckung. — Die Grenzen zwischen den einzelnen Gliedern der unteren Trias sind durch den Waldwuchs verdeckt und nur stellenweise an einigen Wasserrissen sichtbar.

Unendlich ist die Masse des Gerölls, welches die flacheren Gehänge weithin und in grosser Mächtigkeit bedeckt. Es besteht aus Dolomitblöcken des Latemar-Gebirges und gibt ein Bild der ausgedehnten Zerstörung, welche hier stattgefunden hat. Das unermessliche Trümmerhaufwerk ist von herrlichen Staatsforsten, dem „Korer Wald", bedeckt. Es haben sich darin zwei kleine Seebecken, der grosse und kleine Korer See, gebildet. Das Wasser fliesst unterirdisch durch Felstrümmern ab, und nur bei starkem Zufluss vermag der See nicht seinen ganzen Inhalt so zu entleeren und tritt verwüstend über seine Ufer. Ueberrascht tritt man aus dieser düstern Welt der Zerstörung hinaus in das freie Dantenor-Thal, dessen kräftige Wiesen beweisen, dass der fruchtbare rothe Sandstein wieder unbeschränkt und

unbedeckt herrscht. Er zieht sich von der tiefrothen flachen Einsattelung des niedrigen Caressa-Passes herab und bildet weithin die Gehänge, meist in sanften Formen und mit Wiesen bedeckt, zum Theil aber auch von schroffen Wasserrissen durchschnitten, so besonders in dem weiten kesselförmigen Quellsystem des Tschein-Baches.

Noch ist am Westabhang des Latemar-Gebirges einer Felsschlucht zu erwähnen, welche den Namen „Knappenstube" trägt und unmittelbar über dem Korer See liegt. Es sind daselbst, im Dolomit oder Kalk, in früherer Zeit zwei Stollen getrieben worden, von denen sich nur noch Fabeln über ihre ehemalige Ergiebigkeit erhalten haben. Es scheint indess, dass man nur rothe und gelbe mineralische Farbstoffe gewonnen hat. Woher dieselben in dem Kalkgebirge stammen, dürfte schwer zu entscheiden sein; wahrscheinlich ist es, dass sie mit dem Verwitterungsprocess der Eruptivgesteine, welche den Kalk durchsetzen, in Zusammenhang stehen.

Westabhang von Kälbl-Eck, Rothwand und Rosengarten — Purgametsch- und Tschamin-Thal. — Die Unterbrechung der Dolomitmauer durch den Caressa-Pass wird am leichtesten durch das Profil No. XIII ersichtlich. Die Höhenlinie vom Latemar nach dem Kälbl-Eck zeigt das terrassenförmige Ansteigen der verschiedenen Schichtensysteme nach beiden Seiten. Die härteren, kalkigen, bilden den Steilabfall, die weicheren die sanft geneigte Fläche der Stufen. Wie nach dem Pass, so stuft sich das Schichtengebirge auch westlich gegen den Porphyr ab. Der Mendola-Dolomit bildet eine fortlaufende nackte, niedere Felsmauer, welche unmittelbar den sanfteren Gehängen der unteren Trias aufgesetzt ist. Letztere bilden zum Theil die Weiden der Welschnovner Alpen, zum Theil sind sie in tiefen und weiten Wasserrissen blossgelegt, um die der Weg sich in Krümmungen herumzieht. Dort, wo er den Fuss des Hochgipfels der Rothen Wand erreicht, gelangt man zu dem porphyrischen Welschnovner Höhenzug, der bis unter jenen dolomitischen Berg reicht. Hier ist es, wie erwähnt, wo sich die Schichten der unteren Trias auskeilen. Zuerst verlieren sich die *Grödner Sandsteine;* der Medel-Berg ist nur noch von den *Schichten von Seiss* und der weiteren Schichtenfolge bedeckt und östlich vom Pass, über den der Weg nach Tiers führt, lagern deren höchste Glieder unmittelbar auf dem Porphyr, während der *Mendola-Dolomit* im höheren Niveau ungestört darüber hinzieht. Jenseits des Passes treten in der dunkelbewaldeten schaurigen Schlucht des Purgametsch-Baches allmälig wieder die tieferen Glieder auf und bei Tiers erreicht man wieder den rothen Grödner Sandstein.

Wir haben früher bemerkt, dass der Welschnovner Höhenzug aus einer älteren Porphyrvarietät besteht und bereits als selbstständiger Gebirgszug hervorragte, als die letzte Eruption, die des „Porphyrs von Castelrutt", erfolgte und ihr Material im Norden über die Tuffbänke von jenem ausbreitete, ein Plateau bildend, welches an Höhe jenem Zuge nachstand und sich an ihn anlehnte. Es ergab sich zugleich damals das Resultat, dass die neuen Tuffsandsteine dieses jüngeren Porphyrs gleichfalls ein tieferes Niveau einnehmen mussten und nur bis zu dem Welschnovner Höhenzug herantreten konnten. Dies ist der Grund der Unterbrechung im Zutagetreten des rothen Sandsteins an der Grenze des Porphyrs. Erst ein wenig weiter östlich, wo der Welschnovner Höhenzug sich wahrscheinlich tiefer herabsenkt, findet eine weitere Verbreitung des rothen Sandsteins als des liegendsten Gebildes statt.

Der Purgametsch-Bach hat sich an der Anlagerungsstelle der unteren Triasschichten an einem sehr steilen Porphyrabhang tief eingegraben, daher sein enges, schluchtartiges Thal zwei ganz verschieden gebaute Wände hat. Beide sind dicht bewaldet, die nördliche, geschichtete, reich an Wasserrissen. Ueber ihr erhebt sich ein schmaler kahler Kalkgrat, der die Wasserscheide gegen den Tschamin-Bach bildet. Beide vereinigen sich bei der Capelle von Sanct Cyprian, wo der von Welschnoven kommende Weg die Sedimentärschichten erreicht. Der Tschamin bildet eines der schroffsten und wildesten

Thäler. Mit senkrechten, 3- bis 4000 Fuss hohen Wänden erhebt sich als nördliche Thalwand der Mittags-Kofl, der durch die Spalte des Schlernbachs vom Schlern getrennt ist. Nach Osten geht sein flacher Rücken in die Rosszähne über, an denen der Tschamin entspringt. Zu geringerer Höhe als die nördliche, aber beinahe mit gleicher Steilheit, erhebt sich die südliche Thalwand. Schon unweit der Quelle verlässt der Bach die Dolomite der oberen Trias und nimmt durch die Campiler und Seisser Schichten seinen Lauf, bis er bei Tiers den rothen Sandstein und bald darauf den Porphyr erreicht.

Westabhang des Schlern-Gebirges. — Bei Tiers betreten wir die Ostgrenze jenes charakteristischen Theils des Porphyrplateau's, welcher durch den *Porphyr von Castelrutt* und seine Tuffe, die Schichten des *Grödner Sandsteins,* charakterisirt ist. Der Schlern in seiner vielbesprochenen und schon in alten Heldensagen bekannten grotesken Form erhebt sich über das Plateau. Seine Hauptmasse ist *Schlern-Dolomit,* der nur noch von den *Raibler Schichten* der Höhe bedeckt wird. Unter ihm folgt am Westabhang unmittelbar *Mendola-Dolomit* und die *untere Trias,* während sich im Nordosten die Tuffe der Seisser Alp einschieben (s. Prof. I). Die sanfte, bewaldete Vorstufe der unteren Trias, aus der sich der kahle, starre Dolomitstock erhebt, geht allmälig in die porphyrische Hochebene über, und eine sichere Grenze des rothen Sandsteins lässt sich schon wegen des allmäligen Uebergangs des festen Gesteins in seine Tuffe kaum angeben. Die ganze Landschaft, welche sich um den Fuss des Schlern lagert, gehört wegen der Fruchtbarkeit des Grödner Sandsteins zu den anmuthigsten in Süd-Tyrol; die Orte Tiers, Aicha, Prösls, Ums, Völs, Seiss, Castelrutt folgen dem sanften Gehänge längs dem Fuss der steilen Abstürze. Bereits wurde der Terrassenbildungen des Porphyrs Erwähnung gethan. Oestlich senken sich die Terrassen zu einer flachen Mulde hinab, welche dem Thal der Eisack parallel ist und die Einlagerungen der Trias aufnimmt.

Nördlich von Tiers folgt zunächst der vielschluchtige Tschaffon-Berg. Er ist mit einer kleinen schützenden Platte von Mendola-Dolomit gekrönt, seine Abhänge sind von wilden Wasserrissen durchfurcht, die tiefer und tiefer in das weiche Gestein eingreifen und die Communication mit den nächsten Orten ungemein erschweren, da sich die Gewässer der Runsen in einer fast unzugänglichen Schlucht sammeln, welche in die ebenso tiefe und steile Spalte des Schlern-Bachs mündet. Selten kann man die einzelnen Schichten der unteren Trias in ihrer ganzen Folge mit der Genauigkeit verfolgen wie hier; sie entspricht fast genau der im Pufler Bach beschriebenen; nur schalten sich hier mächtige Gypslager ein, welche den untersten Theil der Schichten von Seiss charakterisiren. Sie treten im weiteren Verfolg der in Rede stehenden Abhänge bei der Burg Saleck und am Morinsen-Berg bei Castelrutt in demselben Niveau auf.

Das Dorf Seiss hat eine überaus reizvolle Lage am nördlichen Ende der mächtigen Dolomitmauer, welche die östliche Umwallung des Porphyrplateau's bildet. Der Wechsel des Gebirgsbaues veranlasst hier eine grosse Thalweitung, deren Gewässer bald unterhalb derselben durch eine enge Spalte im Porphyr als Seisser Bach der Eisack zueilen. Der rothe Sandstein ist ungemein ausgebreitet, aber nur an den höher gelegenen Stellen, besonders in nördlicher Richtung, sichtbar, da ein waldbedecktes Meer von Augitporphyr-Trümmern die ganze Thalfläche weithin einnimmt. Ueber ihm erheben sich allenthalben die steileren Gehänge der folgenden Triasglieder bis zur felsigen Mauer des Mendola-Dolomits. In tiefem Bogen ziehen sie in das Thal des Frölsch-Baches hinein, wo sie noch das Piedestal des Schlern bilden. Aber schon an der jenseitigen Wand des schmalen Thales fehlt die mächtige Bedeckung; sie ziehen von hier aus fort als das Fussgestell des Tuffplateau's der Seisser Alpe.

5. Das Tuffplateau und seine nördliche Vorlage.

Das Tuffplateau von Süd-Tyrol in der früher angenommenen Ausdehnung, das heisst die Oberfläche der Tuffablagerungen, wenn man alle bedeckenden Schichten hinwegnimmt, verbreitet sich über einen grossen Theil unseres Gebietes. Alle Auflagerungen sind local, daher das Plateau selbst in grosser Erstreckung auch die wahre Oberfläche des Landes bildet. Die ursprüngliche Ausdehnung am Ende seiner Bildungsperiode lässt sich aus den gegebenen Elementen noch mit ziemlicher Sicherheit construiren. Sie wird natürlich abhängen: 1) von der Ausdehnung des damaligen Meeres, 2) von der Form des Meeresbodens, 3) von der Lage des Centralheerdes der Eruptionen, welche das Material zu den Tuffen gaben. Der letztere war im oberen Fassathal und dem anstossenden Theil des venetianischen Gebiets. Die Ausdehnung des Meeres kann im Vergleich zu der unmittelbar vorhergegangenen Zeit keine bedeutende gewesen sein, da der Mendola-Dolomit eine ungleich grössere Verbreitung hat, als die Tuffe. Wenige Momente in der Geschichte des südöstlichen Tyrols sind so klar, als die gewaltige Dislocation, welche den Anfang der vulcanischen Thätigkeit und damit die Eröffnung der Tuffablagerungen bezeichnet. Jedes Profil, in welchem der Mendola-Dolomit eine Rolle spielt, beweist dies auf das Deutlichste. Bis dahin fehlt nirgends ein Glied in der Reihe der Sedimente, während von nun an die grosse Doppelreihe beginnt, indem ein Theil der Profile den Schlern-Dolomit unmittelbar auf dem Mendola-Dolomit, ein anderer Theil beide Gebilde durch die mächtige Reihe der Tuffe getrennt zeigt. Alle Gegenden, wo das Erstere stattfindet, müssen damals Festland gewesen sein, die anderen waren Meer. Da die ersteren aber sich in einem grossen Bogen um die letzteren ziehen, so muss ein Meerbusen sich damals nach Süd-Tyrol hereingezogen haben. Aus ihm ragten viele Inseln von ältern Gebilden, also zunächst von Mendola-Dolomit, auf, welche noch jetzt sich über der Oberfläche der Tuffe befinden und zum Theil vom Schlern-Dolomit unmittelbar überlagert sind.

Die Hebung, welche diese gewaltige Dislocation verursachte und damit die Ausdehnung des Meeres und die Verbreitung der Tuffablagerungen bestimmte, geschah plötzlich und wahrscheinlich kurz vor der ersten Masseneruption des Augitporphyrs. Dafür sprechen einerseits die vielen bedeutenden Verwerfungen, andererseits könnte bei einer allmäligen Niveauveränderung der Mendola-Dolomit nicht auf so weite Strecken in völlig gleicher Mächtigkeit ausgebildet sein. Später sollen diese Verhältnisse in ihrer Gesammtheit ausführlicher erörtert werden; es wird sich dabei nachweisen lassen, dass nach der heftigen Katastrophe eine langsame Hebung bis gegen die Mitte der Tuffperiode fortdauerte, während nachher wieder eine säculare Senkung an ihre Stelle trat.

Untersuchen wir die Ufer des mit Tuffen erfüllten Beckens näher, so ist zunächst der Schlern ein sicherer Punkt. Die Tuffe keilen sich zwischen seinen beiden Dolomiten aus, wie es das Profil I zeigt. Dies Verhalten findet vom Cipit über die Rosszähne bis zum Monte delle Donne statt. Die weitere Fortsetzung dieses südwestlichen Ufers ist in der Gegend von Pozza im Fassathal und dem Monte Ziegelau. Am Nordrand der Seisser Alp sind die Schichten steil abgeschnitten, ihre ehemalige Ausdehnung lässt sich nicht angeben, doch reichten sie wahrscheinlich nicht weit über den gegenwärtigen Steilrand der Alpe hinaus. Unter dem Guerdenazza-Gebirge geht wiederum eine ehemalige Uferlinie hindurch, da sich, wie am Schlern, die Tuffe darunter auskeilen; sie setzt fort unter dem Peutler Kofl und verliert sich im Enneberg. Die östlichen Ufer sind unbekannt, da in dieser Richtung die Tuffe von den mächtigen Ampezzaner Kalk-Alpen bedeckt sind und nur stellenweise in der Tiefe der spaltenartigen Thäler zum Vorschein kommen, wie zwischen St. Cassian und Ampezzo. Wahrscheinlich erstreckte sich nach Ost und nach Südost das offene Meer.

So rechtfertigt sich auch geologisch die Annahme eines zweiten höher gelegenen Plateau's, das wir bereits von rein orographischem Gesichtspunkt anzunehmen berechtigt waren. Wir fügen der geognostischen Darstellung desselben die gesammte nördliche Vorlage von Sedimenten bis zum Porphyr und Schiefer hinzu.

a. Seisser Alp und oberes Gröden.

In erhabener Schönheit breitet sich auf festungsartigem Unterbau der Rasenteppich der Seisser Alp aus, deren allgemeine Oberflächen- und geotektonische Verhältnisse ich bereits früher in ihren Grundzügen entwickelte. Man überblickt die Alp am besten von ihrem nördlichsten und höchsten Vorsprung, dem Puflatsch, der zugleich der Eckpfeiler des nördlichen und des westlichen Steilabfalls ist. Man sieht von hier, wie aus der tiefen bevölkerten Stufe des rothen Grödner Sandsteins und der bewaldeten Böschung der Schichten von Seiss das Gerüst sich in den höheren Systemen steiler und steiler aufbaut und die von Schluchten vielfach durchfurchte Mauer sich gegen Süden als das Fussgestell des Schlern hinzieht. Der üppige Schmelz der Wiesen, die auf den verwitterten Tuffen reiche Nahrung finden, bekleidet die flachhügelige, mit Sennhütten und Heustadeln bedeckte Hochfläche, und das ganze ausgedehnte Massiv ruht auf dem Porphyrplateau, das sich zu Füssen des Puflatsch ausbreitet, aber nur noch als eine schmale Zone nördlich unter den Sedimenten von jenem hervortritt, um selbst beinahe ebenso steil auf die krystallinischen Schiefer abzustürzen. Sieht man diese als die älteste und tiefste Stufe an, den Porphyr als die zweite, die Tuffe der Alp als die dritte, so erhebt sich nun aus dieser die vierte und höchste Stufe, die dolomitischen Steilwände des Schlern und des Langkofls. Der erhabene Reiz, welchen die grotesken Formen dieser Dolomitriesen der Seisser Alpe verleihen, ist aus **L. v. Buch's** Schilderungen bekannt.

West- und Nordrand der Seisser Alp.

Abhang gegen Ratzes, Seiss und Castelrutt. Wo der Dolomit des Schlern auf die Tuffe der Alp abfällt, hat sich der Cipit-Bach [1]) ein tiefes Bett gegraben. Er durchbricht den Augitporphyr am Rand der Alpe und stürzt mit wildem Gefälle abwärts nach dem Bad Ratzes. Das Eruptivgestein ist hier ungemein mächtig und greift noch in den Stock des Schlern ein; die Sedimentgebilde darunter sind dieselben wie in der Pufler Schlucht. Ein beschwerlicher Fussweg [2]) von dem Bade nach der Alpe Cipit durchschneidet ihre ganze Folge. Die bituminösen Kalke, welche über den Campiler Schichten liegen, geben der Schwefelquelle des Bades den Ursprung. Sie liegt in einem wilden Theil des Thales; die obersten Bänke der Campiler Schichten, welche dicht darunter ausgezeichnet anstehen, sind hier ein grobes Conglomerat, welches längs dem gesammten Westabhang der Alp in gleicher Weise ausgebildet ist. — Eine zweite durch ihren Eisengehalt ausgezeichnete Quelle, welche in Ratzes benützt wird, kommt höher herab, wahrscheinlich aus Spalten des Augitporphyrs. Das Bad ist sehr unbedeutend und hat in der Tiefe der engen Schlucht eine überaus düstere Lage, dennoch behauptet es den ersten Rang unter den Bädern Tyrols.

Von Ratzes bis Seiss fliesst der Frölsch-Bach durch ein wildes Chaos von Augitporphyr-Trümmern, die besonders durch den From-Bach herabgeführt werden. Der dunkle Hauensteiner Wald, der „grüne Tan" des alten Heldenliedes, breitet sich über ihnen aus, nur die Thalwände entblössen dieselben Schichten

[1]) Dieser Bach entspringt aus dem Ochsenwaldbach (südlich) und dem eigentlichen Cipiter Bach (nördlich), fliesst dann unter dem letzteren Namen nach Ratzes, als Frölsch-Bach in dem Thal Purtschingl weiter nach Seiss und mündet als Seisser Bach in die Eisack.

[2]) Er führt an dem steilen rechten Abhang der engen Schlucht aufwärts, während an der linken, zum Theil beinahe senkrechten Thalwand der „Gemssteig" nach dem 4000 Fuss über Ratzes gelegenen Plateau des Schlern führt; der letztere Weg ist wenig lehrreich.

wie früher. Hoch oben am rechten Abhang führt der gewöhnliche Fahrweg nach der Alpe, der sehr lehrreich ist und besonders die Grenze von unterer und oberer Trias bei dem Bauernhaus Gstatsch scharf erkennen lässt.

Bei dem freundlichen Dorf Seiss erreicht man die schon früher erwähnte Stelle, wo der Uebergang aus dem Quarzporphyr von Castelrutt in den rothen Sandstein mehrfach deutlich aufgeschlossen ist. Gegen St. Constantin ist er durch ein unendliches waldbedecktes Haufwerk von Dolomit-Trümmern versteckt; an dem Weg nach dem verfallenen Schloss Aicha ist er jedoch überraschend schön entwickelt, ebenso am Wege zwischen Seiss und Castelrutt, in dessen Nähe sich die Grenze von Porphyr und Sandstein hält; sie zieht dann nach St. Michaël hinüber, hinter dessen Häusern eine der deutlichsten Stellen folgt.

Zwischen Seiss und Castelrutt erhebt sich der Morinsen-Berg, eigentlich nur ein vorspringender Theil des Triasgestells der Seisser Alpe, aber doch durch eine Einsattelung von ihrem Steilabfall getrennt. In dem untersten Theil seiner Seisser Schichten tritt oberhalb der zu Castelrutt gehörigen Gunshäuser ein Gypslager auf; wie immer hört die regelmässige Lagerung der sandig-mergeligen und kalkigen Schichten mit dem Erscheinen des Gypses auf, es stellt sich eine Art Haselgebirge ein. Der Gyps ist feinkörnig-krystallinisch, weiss und röthlich, meist in Gestalt kleiner Nester und dichtgedrängter Schnüre im Mergel; höher hinauf folgt ein mit Gyps imprägnirter Sandstein mit Spuren von Pflanzenresten; das ganze System ist 120 Fuss mächtig. Der obere Theil des Morinsen-Berges besteht aus Campiler Schichten, welche besonders an dem gegen Seiss gerichteten Abhang einen ungewöhnlich grossen Reichthum an Versteinerungen zeigen, indem einzelne Schichten ganz daraus bestehen.

Nordabhang der Seisser Alp. Das im Eingang dieser Abhandlung auseinandergesetzte Profil im Puffer Bach reicht hin, um den Bau des gesammten Nordabhanges der Seisser Alp bis zum Einschnitt des Saltaria-Baches klar zu machen. „Wie Bänder" ziehen sich die einzelnen Schichten an dem Abhang hin, jeder Krümmung desselben folgend; einige leisten der Verwitterung stärkern Widerstand und ragen dann in langen Streifen aus der Mauer hervor, so besonders die Bank des Mendola-Dolomits mit dem Virgloria-Kalk und den Buchensteiner Schichten. Das gesammte System fällt ein wenig nach dem Innern der Alpe zu, nach SSO., und trifft in seinem östlichen Fortstreichen bald mit dem Grödner Thal zusammen, und zwar Schicht für Schicht. Der Grödner Sandstein erreicht die Thalsohle bei St. Ulrich; da nun der Bach ein steiles Gefälle hat und zugleich die Schichten sich ein wenig östlich senken, so ziehen bald die höheren Schichten eine nach der andern durch das Thal, und während bisher der Nordabhang das Schichtensystem spurlos abgeschnitten hatte, beginnt dasselbe oberhalb St. Ulrich allmälig an dem jenseitigen Ufer fortzusetzen, und schon bei S. Christina bildet der Bach nur noch einen Einschnitt in das Schichtensystem der Seisser Alp, einen Einschnitt, der blos bis zum Mendola-Dolomit hinabreicht und dessen Höhe durch die Mächtigkeit des Augitporphyrs bestimmt wird. Die Seisser Alpe hat an dem Einschnitt ihr Ende, aber jenseits sind dieselben Formationen, wiewol durch spätere Zerstörung stark verändert und theilweis fortgeführt. Der Lagergang des Augitporphyrs ist das höchste Glied, welches das Thal übersetzt; doch erreicht er nicht die Sohle des letzteren.

Lagergang des Augitporphyrs. Der schwarze Porphyr der Seisser Alp ist wenigen Schwankungen unterworfen. Er tritt an vielen Stellen zu Tage, immer aber bleibt er der charakteristische Augitporphyr. Seine Natur als Lagergang lässt sich leicht beweisen. Aus dem Profil Fig. I ist ersichtlich, dass die schwarzen mergeligen Kalkschiefer der Wenger Schichten unmittelbar unter und über dem Augitporphyr vorkommen, und ich erwähnte schon bei einer andern Gelegenheit, dass der letztere jene Sedimentärgebilde in einer Weise verändert hat, die bei dem Contact von Eruptiv- und Sedimentgesteinen häufig

vorkommt. Eine solche Härtung, Frittung und Verkieselung konnte aber nur dann geschehen, wenn das Gestein die schon fertig gebildeten Schichten durchsetzte. Auch hätte der untermeerischen Eruption von Augitporphyr und seiner Ausbreitung zu einer Schicht nicht ein so ruhiger Niederschlag folgen können, wie ihn die Halobien-Schichten voraussetzen lassen; es müssten vielmehr Tuffconglomerate den Augitporphyr überlagern. Ausserdem beweist das Verhalten der Eruptivmasse im Fortstreichen ihre Natur als Lagergang. Längs dem gesammten Rand der Alpe ist sie es, welche den obersten Steilabfall bildet und durch ihre säulenförmige Absonderung oft ganz senkrecht abgeschnitten ist. Sie lagert überall über den Buchensteiner Schichten und trägt die Tuffe. Aber das Glied zwischen diesen beiden, die Halobien-Schiefer, verhält sich allenthalben verschieden. Es scheint, dass dieses das weichste und nachgiebigste Gestein gewesen ist und dem Augitporphyr überall den leichtesten Durchbruch gewährte. Daher hat er sich bald, wie im Profil des Putler Baches, mitten in das Schichtensystem hineingedrängt, bald hat er, wie an der nordwestlichen Ecke des Puflatsch, einen grossen Complex der Schiefer in sich eingeschlossen und so das System in drei Theile gespalten, bald hat er, wie längs dem gesammten Westabhang, besonders im Durchschnitt des From-Baches und des Cipiter Baches, sich an der unteren Grenze der Wenger Schichten hindurchgedrängt und trägt ihre ganze Folge, während er den Buchensteiner Kalken unmittelbar aufliegt. Diese geringen Schwankungen lassen den Lagergang als einen unvollkommenen erscheinen, da er sich nicht genau an die Trennungsfläche zweier Schichten hält.

Untersuchen wir den Augitporphyr, wo der Gang am Steilrand der Alpe zu Tage tritt, näher in Bezug auf seine Modificationen und sein Verhalten zu den durchsetzten Tuffschichten, so ist zunächst

die Alpe Cipit zu betrachten. Sie bildet den südwestlichsten, tiefsten Theil der Seisser Alp und liegt unmittelbar am Fuss des Schlern, ist aber durch den tiefen Einschnitt, den sich der Cipit-Bach gegraben hat, von demselben getrennt. Der Fussweg von Ratzes herauf führt lange an der Wand des *Augitporphyrs* hin, durch dessen abschüssige ausgetrocknete Wasser-Rinnsale. Plötzlich erreicht man die Höhe der Alpe und mit ihr die Sennhütte Cipit. Rechts steigt die Dolomitwand des Schlern auf, in die der schwarze Porphyr hineinsetzt. Er trägt dort, wie bei Cipit selbst, eine schmale Terrasse von Tuffschichten, welche mit ihm unter dem Dolomit fortsetzen. In der Nähe der kleinen fruchtbaren Alpe ändert sich der Augitporphyr. Während er an der Wand noch ein normales Verhalten gezeigt hatte, beginnen nun Einschlüsse und Hohlräume sich zu zeigen. Die ersteren bestehen meist aus kugelig eingeschmolzenen Kalkbruchstücken, deren jedes Einem Individuum angehört. Die Hohlräume, welche daneben auftreten, sind an den Wänden mit Zeolithen ausgekleidet oder ganz von solchen erfüllt; meist sind verschiedene Arten in concentrischen Schichten angeordnet. Ich suchte bereits an einem anderen Ort dies Gestein als ein Reibungsconglomerat nachzuweisen, dessen Kalkbruchstücke so klein waren, dass sie kugelförmig eingeschmolzen wurden, während stellenweise noch die Bedingungen der gewöhnlichen Mandelsteinbildung hinzutraten und die Entstehung von Hohlräumen *neben* jenen Einschlüssen veranlassten. Die Vorgänge, welche gegenwärtig stattfinden, bringen noch mancherlei Veränderungen hervor, insbesondere wird der Kalkspath durch Kieselsäure allmälig verdrängt. Wo die Hohlräume sich drängen und miteinander zu grösseren, unregelmässig gestalteten Höhlungen vereinigen, findet meist eine sehr intensive Mineralbildung statt. *Analcim, Apophyllit* und *Mesotyp* sind die wichtigsten Producte derselben [1]). Sie finden sich allenthalben unterhalb Cipit, am besten ausgebildet sind sie aber in der tiefen Kluft des Cipit-Baches, wo sie in grossen Massen gesammelt werden. Die halbkugelig-strahligen Mesotype kommen höher hinauf an der Wand des Schlern vor.

[1]) S. ausführlicher darüber in meiner Abhandlung: Ueber die Bildung und Umbildung u. s. w.

Hat man den Augitporphyr überschritten, so folgen Spuren von *Halobien-Schichten* und dann bald die höhere Abtheilung der Tuffe mit eingelagerten Bänken des *„Kalksteins von Cipit"* und einer grossen Zahl in den weicheren Schichten ausgewitterter Versteinerungen der St. Cassian-Formation, vorherrschend Stielglieder von Encriniten. Geht man im eigentlichen Cipit-Bach aufwärts, so verlässt man den Augitporphyr unmittelbar oberhalb seiner Vereinigung mit dem Ochsenwaldbach. Darüber liegt dünngeschichteter Kalkstein, mergelig, klüftig und ungefähr 20 Fuss mächtig. Diesem regelmässig aufliegend, selbst aber unregelmässig und massig, folgt noch einmal Augitporphyr, dicht erfüllt von sehr kleinen Blasenräumen. Darauf liegen Tuffe und mit ihnen durch petrographischen Uebergang verbunden eine Bank des Kalksteins von Cipit mit vielen Versteinerungen. Nun beginnen die feinkörnigen, harten *„doleritischen Sandsteine"*, wechselnd mit Conglomeraten, deren Einschlüsse aus Bruchstücken von jenen bestehen. Die Gesteine wechseln auf das Manchfaltigste, behalten aber immer ihren Charakter als Tuffe, führen allenthalben zerstreute Spuren von Cassianer Versteinerungen, die sich in diesen Gesteinen grossentheils auf secundärer Lagerstätte befinden dürften, und verschwinden endlich theils unter der Rasendecke, theils unter dem Geröll des Baches.

From-Bach. Am From-Bach, welcher den Rand des Plateau's eine halbe Stunde nördlich von Cipit durchbricht, führt der gewöhnliche Fahrweg nach der Seisser Alp; seine Ufer sind besonders reich an trefflichen Aufschlüssen. Dort, wo der Weg bei dem Bauernhaus Gstatsch auf das Ufer des From-Bachs biegt, befindet man sich noch in *Campiler Schichten*. Die nachfolgenden Kalke sind am Weg deutlich aufgeschlossen. Die Bank des *Mendola-Dolomits* ist bei der allgemeinen Verwitterung in Gestalt zerstreuter Blöcke auf dem sanft geneigten Abhang zurückgeblieben; sie unterbrechen malerisch den Fichtenwald, der zwischen ihnen wuchert. Die *Buchensteiner Kalke* mit ihren Hornsteinwülsten folgen in söhliger Lagerung und über ihnen *Augitporphyr*. Wendet man sich auf diesem links hinauf, so kommt man auf die kleine, rings isolirte Unter-Non-Alpe, eine abgeschlossene Auflagerung von Tuffen mit *Cipiter Kalk* und dessen Versteinerungen, auf dem Eruptivgestein. Hier zeigt sich besonders die Fruchtbarkeit der Tuffe; so weit wie sie reicht auch die kleine Alp, sie ist vom eigentlichen Plateau durch die Fortsetzung der Augitporphyrmasse getrennt, die hier wild zerrissen und mit einem Urwald in den kleinsten Dimensionen bedeckt ist. — Der gewöhnliche Weg berührt diese seitliche Auflagerung nicht, sondern wendet sich hoch am Abhang der From-Bachschlucht der Höhe zu. Wo er dieselbe erreicht, beginnen die Sedimentärgebilde, und zwar zunächst mit einer ganz isolirten Partie von wellenkalkähnlichen Schichten, welche ohne Zweifel zu den Buchensteiner Kalken gehören und durch die Unregelmässigkeit des Augitporphyrganges über ihn gelangten. Letzterer bildet auch hier ein Reibungsconglomerat mit Kalk und ist von grossen, unregelmässig verzogenen Höhlungen erfüllt, welche die Lagerstätte der bekanntesten Mineralien der Seisser Alpe sind; sie enthalten die schönsten und grössten Krystalle von *Apophyllit* und *Analcim*.

Ueber den angeführten wellenkalkähnlichen Schichten folgt unmittelbar ein mächtiger Complex von *Wenger Schichten*, der weiterhin die Kalke verdrängt und an den Augitporphyr herantritt. Alle Gesteine dieses Systems kommen hier in buntem Wechsel vor. Zwei Bäche vereinigen sich in ihnen zum From-Bach und entblössen die Schichten in hohen Wänden. Dort, wo die Gewässer zusammenkommen, sind die Schichten steil aufgerichtet. Der Grund gibt sich in einem kleinen Augitporphyrgang zu erkennen, welcher die Schichten durchsetzt und sich vielleicht von dem Hauptgang abzweigt. Er hat die Gesteine an seiner Grenze bedeutend gehärtet. In dem rechts herabkommenden Bach verfolgt man die Wenger Schichten noch weit und gelangt dann in die typischen *Sedimentärtuffe*. Alles fällt mit geringer Neigung dem Innern der Alpe zu. Im linken Bach erreicht man 150 Schritt über dem Zusammenfluss den kleinen

Augitporphyrgang, der hier bedeutend mächtiger ist, als in dem andern Bach. Er geht nach oben in ein Conglomerat über, in dessen erdigem, verwittertem, grün gefärbtem Bindemittel eigenthümliche Bruchstücke inneliegen, welche sich durch eine Unzahl kleiner schwarzer Kügelchen auszeichnen. Nach oben wird das zehn Fuss mächtige Conglomerat ein wenig feinkörniger. Plötzlich und ohne Vermittelung folgt darüber eine zwanzig Fuss mächtige Wechsellagerung von einen halben Fuss mächtigen, schalig gebogenen, festen, stellenweise krystallinischen, schwarzen Schichten mit dünnen, erdigen, zerstörten Zwischenlagen, in welchen *Ammoniten* vorkommen. Nach oben folgen durch Uebergang die schwarzen mergeligen Kalk- und Tuffschiefer, die eigentlichen Wenger Schichten mit Halobien und undeutlichen Pflanzenresten. Man hat es hier offenbar mit einem heftigen Contactphänomen zu thun. Der Augitporphyr hat an seiner Grenze ein Reibungsconglomerat geschaffen und die benachbarten Schichten durch Abgabe der Wärme verändert.

Puflatsch. Aus dem From-Bach erhebt sich gegen Süden der Scheiderücken gegen den Cipiter Bach, gegen Norden das an seiner Höhenlinie schroff abgeschnittene, flache Gewölbe des Puflatsch; der äussere Steilrand besteht oben aus Augitporphyr, der, wie erwähnt, säulenförmig, senkrecht gegen die Wölbung des Berges, abgesondert ist und nur selten einem Pfad den Durchgang zwischen dem Trümmerhaufwerk der zerbrochenen Säulen gewährt. Im Osten zieht er sich tief hinein in die Schlucht des Pufler Baches, eine bedeutende Senkung, welche den Puflatsch vom Piz-Berg scheidet.

Die Hochfläche des Puflatsch besteht zunächst den Abhängen, daher auch am höchsten Punkte des Berges, aus *Augitporphyr,* dem sich weiter herab gegen die Einsenkung des From-Bachs allmälig *Wenger Schichten* anlagern; sie sind zunächst dem Eruptivgestein steil aufgerichtet und verflachen sich weiterhin allmälig; zunächst der Grenze hat allenthalben eine bedeutende Härtung stattgefunden, oft zu einem hornsteinartigen Gestein, an dem die Streifung noch die frühere Schichtung erkennen lässt. Am Westabhang ist von diesem Formationsglied keine Spur unter dem Augitporphyr, an der Nordwestecke findet es sich dort allmälig ein; an dem im Augitporphyr eingeschlossenen Theil des Schichtcomplexes sind Contactwirkungen besonders deutlich zu beobachten. Am Ostabhang endlich und im Pufler Bach liegt, wie aus dem Profil des letzteren hervorgeht, ein grosser Theil des Systems unter dem Eruptivgestein. Die Wenger Schichten werden auf dem flachen Rücken des Puflatsch noch von vielerlei Tuffschichten bedeckt; *Cipiter Kalk* tritt erst südlich vom From-Bach auf, aber die Reste einer unteren Cassianer Fauna, wie ich sie oben zu charakterisiren suchte, sind am zahlreichsten an diesem Bergabhang vertreten, und zwar an der sogenannten Pfleger-Leithe.

Pufler Bach. Im Pufler Bach besitzt der *Augitporphyr* wiederum eine bedeutendere Mächtigkeit und ist auch hier in seinen oberen Theilen stellenweise reich an grossen verzogenen Hohlräumen, die meist eine flach scheibenförmige Gestalt haben und mit vielerlei Mineralien, besonders mit dem sogenannten *Puflerit* und *Chabasit,* bekleidet sind. Darüber folgen in beiden Bächen, welche sich zum Pufler Bach vereinigen, *Wenger Schichten,* am mächtigsten und am besten aufgeschlossen in dem linken Bach, der von den Gehängen des Puflatsch kommt. In dem rechten sind die Contactphänomene deutlich, besonders sieht man hier den Augitporphyr mit hornsteinartig verhärteten Bruchstücken der Schichten erfüllt. Von oben her beginnen die Wenger Schichten mit einem Wechsel von Tuffgesteinen mit schwarzen, schiefrigen Mergelkalken; erstere herrschen Anfangs vor. Bedeutende Complexe eines harten, spröden, schiefrigen Gesteins ohne Versteinerungen schwanken zwischen beiden. Die Tuffschichten werden nach unten seltener; wo sie einzeln vorkommen, sind sie hart wie Dolerit; wo sie aber Complexe bilden, wie z. B. in der Mitte der gesammten Schichtenfolge, sind sie oft sandig und gleichen eisenschüssigen Sandsteinen. Die Pflanzenreste sind häufiger in den Tuffsandsteinen, die Halobia hält sich mehr an die schwarzen Kalkschiefer.

Piz-Berg und Piz-Bach. Der Piz-Berg ist die Fortsetzung des Puflatsch, von dem er durch den Einschnitt des Pufler Baches getrennt ist, hat daher auch dieselbe Gestalt und denselben Bau. Oestlich wird er vom Thal des Saltaria-Bachs begrenzt. Der Augitporphyr umsäumt den westlichen Theil des Berges längs dem Steilrand und ist unmittelbar von Schichten überlagert, die den sanften Südabhang nach der Alpe hin bilden. In dem östlichen höhern Theil des Berges wird das schwarze Eruptivgestein herrschend und bildet selbstständig den langgezogenen Rücken, der oben schneidig ist und nach beiden Seiten steil, nach Norden fast senkrecht abfällt und dann einige bewaldete Vorsprünge nach dem Grödner Thal hin sendet. Vom Pufler Bach führt ein Fahrweg an dem flachen Gehänge hinauf; man findet in demselben viele Versteinerungen der unteren Cassianer Fauna, theils im Gestein, theils ausgewaschen am Weg. Es ist eine ganz andere Facies, als an der Pfleger-Leithe. *Korallen* walten vor, neben ihnen kommen einige *Gastropoden* und *Crinoiden*-Stielglieder vor. Die Schicht, aus der sie stammen, ist ein stark durch Tuff verunreinigter Kalkstein, der sich von dem gewöhnlichen Cipiter Kalk nur durch die bedeutendere Beimengung unterscheidet. Unter und über ihm wechseln Tuffsandsteine, schwarze Kalkschiefer und mergelige geschichtete Kalke; auch die letzteren sind reich an Versteinerungen. Die ganze Folge ist von dem unmittelbar darunter folgenden Augitporphyr stellenweise steil aufgerichtet. Weiter am Berge hinauf zeigt sich eine mächtige, in Blöcken anstehende Schicht des *Cipiter Klippenkalkes.* Von der Höhe des Berges eröffnet sich eine lehrreiche Aussicht auf die wechselvollen Thalwände von Gröden. Durch Nadelwald, welcher so weit verbreitet ist als der anstehende Augitporphyr, steigt man hinab nach dem Piz-Bach, der eine steile und tiefe bewaldete Schlucht im Augitporphyr bildet und die Grenze mit den hangenden Gesteinen schön entblösst. In weiter Erstreckung ist das Bett des Baches in dem Eruptivgestein eingegraben, während beide Gehänge in ihren oberen Theilen aus Tuffen bestehen. Es folgt zunächst ein auf den Schichtflächen mit verkohlten Pflanzenresten, bedeckter dünngeschichteter *Tuffsandstein,* weiterhin auch *Halobien-Schiefer.*

Zwischen Piz-Bach und Saltaria-Bach bildet das Plateau einen weiten, gegen Norden ansteigenden Vorsprung in das Grödner Thal; die Bewohner rechnen ihn zum Piz-Berg, zu dem er auch naturgemäss gehört. Die steilen waldigen Gehänge, auf denen die kleine Hochfläche nach Westen, Norden und Osten ruht, bestehen aus *Augitporphyr,* der in dem Bette beider Bäche weit aufwärts reicht, während die Hochfläche selbst ganz von *Tuffschichten* eingenommen wird und mit Wiesen und Sennhütten bedeckt ist. Nur der nördlichste Vorsprung ist Augitporphyr, der aber am äussersten Nordostende nochmals eine Schicht von Tuffsandstein und Kalk trägt.

Saltaria-Bach. Der Abhang gegen den Saltaria-Bach ist ungleich höher und steiler, als der gegen den Piz-Bach, der Augitporphyr an ihm sehr mächtig und mit charakteristischen Formen ausgebildet. Das Thal erhält hierdurch einen eigenthümlichen physiognomischen Charakter. Es ist breit und tief und vielverzweigt, seine dunkle Waldschicht greift in alle Nebenthäler ein, und über diesem wilden Schluchtensystem breitet sich die alpenbedeckte Hochfläche aus, über die der Langkofl seine bleichen Wände majestätisch erhebt. Ueberall fand ich über dem Augitporphyr feste Tuffsandsteine wie im Piz-Bach, aber hier ohne Halobien-Schiefer. In einiger Höhe erscheint eine Schicht des Cipiter Klippenkalkes, welche sich als ein Band über der Waldregion hinzieht. Darüber sind nur Tuffconglomerate. Am Saltaria-Bach aufwärts erreicht man die obere Grenze des Augitporphyrs bei der unteren Sägemühle. Weiter thalaufwärts sendet derselbe seine verzweigten Quellthäler unter anderen Namen weit hinein in das Plateau der Alpe. Alle sind tief in das Schichtensystem derselben eingeschnitten, und da auch dieses sich nach Osten ändert, so bedingt der Saltaria-Bach eine bedeutende Trennung. Der Name der Seisser Alpe wird nur für den westlich gelegenen Theil und das oberste Quellgebiet jenes Baches bis zum

Ursprung des Perdia-Baches angewendet. Der östlich vom Saltaria und nördlich vom Langkofl gelegene Theil führt die Bezeichnung der „Christeiner Weiden", während der an geognostischem Wechsel reichste Theil zwischen dem Abhang des Blattkofls und dem Saltaria-Bach „Ochsenwald" genannt wird. Er hat die schlechtesten Alpen und diese sind durch grosse Strecken Wald unterbrochen. Sein wichtigster Theil ist nördlich vom Perdia-Bach der aus Augitporphyr bestehende Camung-Berg. Diese natürliche Scheide gibt uns den Anhalt für die Reihenfolge der weiteren Betrachtung.

Südgrenze der Seisser Alp.

Schlern. Der Schlern ist ein Gebirge von altbegründetem Ruf. Den Touristen war er seiner äusserst lohnenden Aussicht und leichten Ersteigbarkeit wegen von jeher ein beliebtes Ziel, während seine eigenthümliche Gestalt und seine frei hervorragende Stellung als nordwestlichster Grenzpfeiler der Dolomitgebirge ihn, ähnlich dem Untersberg bei Salzburg, im Munde des Volkes seit den ältesten Zeiten zum Mittelpunkt von Sagen und Mährchen machten. Hier spielen die Erzählungen von Dietrich von Bern und dem König Laurin, den er in seiner Krystallburg gefangen nahm. Später dichtete **Oswald von Wolkenstein** hier seine zarten, tief poëtischen Minnelieder; seine verfallene Burg Hauenstein steht auf einem herabgestürzten Dolomitblock des Schlern. Den geologischen Ruf des Gebirges begründete **Leop. v. Buch** durch die lebendigen Schilderungen in seinen Briefen über Süd-Tyrol. Der Schlern diente ihm als Hauptbeweis für seine kühne Dolomitisationstheorie; er sah ihn als ein durch den Augitporphyr aus der Tiefe gehobenes und von Magnesiadämpfen durchdrungenes Kalksteinmassiv an, und in der That musste dies von der Seite der Seisser Alp aus, wo der Augitporphyr bei der Alpe Cipit in den Dolomit hineinsetzt, nahe liegen. In dem Profil des Berges zeichnete **L. v. Buch** eine mächtige Masse dieses Eruptivgesteins mitten hinein. Manche spätere Geologen schlossen sich dieser Meinung an, und erst nach und nach vermochte sich daneben die Ansicht geltend zu machen, dass der Schlern ein regelmässiges Schichtgebirge wie die Alpe selbst sei, und **Emmrich** sprach es zuerst mit Entschiedenheit aus, dass dieses Schichtgebirge die Tuffe überlagere. Es fehlte aber bisher an Beweisen dafür, sowie an Belegen für die Altersbestimmung des Gebirges.

Mit geringer Breite, aber mit ралligen Abstürzen und in der Höhe in wilde Zacken aufgelöst, beginnt das Schlerngebirge an den Rosszähnen. Schnell nimmt es gegen Westen in der Breite zu, indem es mehr und mehr Zweige entsendet, welche nie bis unter den Dolomit hinab von einander getrennt sind. Der südlichste Ast endet am Mittags-Kogl, ist noch im Tschaffon-Berg angedeutet und stürzt in das Thal des Tschamin-Baches ab. Von dem Hauptstock trennt ihn der Schlern-Bach, welcher in einem weiten, trichterförmigen Kessel entspringt und dann durch eine schmale, oft nur 10 F. breite Spalte im Dolomit zwischen vollkommen senkrechten, mehrere tausend Fuss hohen Wänden hinabstürzt. Der Hauptstock erhebt sich unmittelbar aus der Seisser Alp mit jener langgezogenen weissen Steilwand, welche der Alp ein so charakteristisches Gepräge gibt. Die Zacken der Rosszähne verschwinden bald und machen einem Anfangs schmalen Plateau Platz, welches mehr und mehr an Breite zunimmt und bei Sanct Cyprian zwischen dem Schlern-Bach und Cipit seine bedeutendste Ausdehnung hat. Es ist mit einer Alpe bedeckt, die ihrer hohen Lage wegen zwar geringen Ertrag gibt, aber als die kräftigste Alpe der Gegend bekannt ist. Aus ihr erhebt sich der höchste Gipfel des Schlern, eine flache Pyramide aus wildem Steingewürfel. Der Dolomitstock nimmt zwar nach Westen noch immer an Breite zu, aber am höchsten Gipfel beginnt eine tiefe Kluft, welche die Gebirgsmasse gabelförmig theilt. Wie die Arme eines Hufeisens ziehen sich die beiden Gräte von der Pyramide aus um die Schlucht, beide noch mit denselben kräftigen Alpen bedeckt. Plötzlich hören diese am äussersten Ende auf; steil

ist der Dolomit nach der Tiefe abgeschnitten, dann erhebt er sich noch in einzelnen Obelisken und Nadeln von den bizarrsten Formen, unter denen das Waldplateau des Quarzporphyrs und die dorfreiche Landschaft des rothen Sandsteins in ruhiger Einförmigkeit hervorziehen. Wie nach dieser Seite, so ist es auch nach der anderen. Die fruchtbare Hochfläche dacht sich in breiten, niedrigen Terrassen ab; oft, wo diese mehr gedrängt sind, umziehen sie amphitheatralisch einen kleinen Kessel, oft auch erhebt sich daraus wieder eine flache, stufenweise ansteigende Pyramide oder die Stufen ziehen sich tief in den Einschnitt eines Baches hinein. Wo diese sanften Formen aufhören, da setzen überall die Steilwände des Dolomits in die Tiefe nieder, und man könnte sich schon hierdurch geneigt fühlen, auf der Oberfläche ein schützendes Gestein zu vermuthen, welches das Plateau bildet und nur an seinen Grenzen die Zerstörung des Dolomits gestattet. Ich habe bereits früher ein solches in jenen tiefrothen Schichten angedeutet, welche den linken der beiden hufeisenförmigen Vorsprünge krönen und durch ihren geschichteten Aufbau über dem massigen Dolomit den Steilwänden der Klamm ein so malerisches Ansehen verleihen.

Die Verschiedenheit im Bau des Schlern-Gebirges verlangt eine nähere Betrachtung der einzelnen Theile.

Nordostabhang. Bei der Burgruine Hauenstein beginnt die lange nordöstliche Mauer des Schlern, welche an den Rosszähnen endet. Steigt man vom Bad Ratzes auf dem Gemssteig hinauf, so erreicht man nach den *Buchensteiner Knollenkalken* unmittelbar den *Schlern-Dolomit;* weiter nordwestlich fehlen auch jene Schichten und der Schlern-Dolomit lagert unmittelbar auf dem *Mendola-Dolomit.* Weiter aufwärts in der Schlucht des Cipit-Baches ist die untere Grenze des Schlern-Dolomites plötzlich abgeschnitten durch die mächtige Augitporphyrmasse von Cipit. Hat man dieselbe überschritten, so sieht man den Schlern-Dolomit auf *Tuffen* lagern, welche ihrerseits den Augitporphyr bedecken. Nach der obigen Darstellung besitzen hier die Tuffe keine bedeutende Mächtigkeit; sie müssten sich daher, wenn der Augitporphyr nicht vorhanden wäre, gerade an dieser Stelle zwischen Buchensteiner Kalk und Schlern-Dolomit auskeilen, und zwar müsste dies in einem nordsüdlichen Durchschnitt unter der Dolomitmasse geschehen, da am Südabhang die Verhältnisse denen bei Hauenstein, an der Nordseite denen von Cipit gleichen. Nach Osten nehmen dann die Tuffe unter dem Dolomit an Mächtigkeit mehr und mehr zu, die liegenden Kalke ziehen in immer grössere Tiefe.

Je weiter man am Ochsenwald-Bach aufwärts geht, desto mehr sieht man die Tuffterrasse und damit die Grenzlinie von Dolomit mit Tuff am Abhang ansteigen. Die Quelle des Baches liegt an dem Zug des Grunser Bühels, eines langgedehnten, aus Tuffen bestehenden Hügels, der in bedeutender Höhe aus den Tuffen des Schlern heraustritt, mehrere kleine Kuppen bildet und sich auf die Alpe herabsenkt. Seine Einsattelung gegen den Schlern ist eine deutliche Auflagerungsstelle. Der Grunser Bühel ist ausgezeichnet durch die Mächtigkeit der Bänke des Cipiter Klippenkalkes, welche den Tuffschichten in der Höhe eingelagert sind und durch ihre brüchige, klippige Natur die einzelnen Kuppen des Hügelzuges bilden. Drusen von Kalkspathskalenoëdern, Stielglieder von Crinoideen, mächtige Korallenstöcke und grüne tuffartige Einschlüsse zeichnen auch hier das eine der beiden Gesteine aus, während das andere mergelig, arm an Versteinerungen u. s. w. auftritt, wie bei Cipit. Die Schichten fallen mit 23° nach St. 21—22. Neben den beiden Kalken machen sich mehr und mehr Conglomerate von Kalkbruchstücken mit tuffartigem Bindemittel geltend; auch finden sich zahlreiche zerstreute Dolomitblöcke, welche vielleicht Reste einer frühern Dolomitbedeckung dieser höchsten Tuffschichten sind. Nirgends mehr ist von nun an eine Auflagerung des Dolomites auf dieses Schichtensystem zu erkennen, sondern es findet eine entschiedene Nebenlagerung von gleichzeitiger Entstehung statt; es sind jene interessanten Gebilde, deren Entstehung aus regenerirten Tuffmassen und herabgefallenen Fragmenten der Korallenstöcke ich oben

bereits flüchtig andeutete und später ausführlicher erörtern werde. Ob sie bei Cipit selbst schon vorkommen, lässt sich nicht entscheiden; aber je weiter man aufwärts steigt, desto mehr wachsen sie an Mächtigkeit an, da sie in den höheren Theilen nicht vom Wasser fortgespült wurden. Zuletzt wetteifern sie an Höhe mit dem Dolomit und erreichen ihre bedeutendste Entwickelung an den Rosszähnen und ihrer nordöstlichen Fortsetzung als Wasserscheide zwischen Saltaria- und Fursch-Bach. Ihre Gestalt ist ungemein charakteristisch. Spitzige Zähne, Obelisken und Felsnadeln erheben sich dicht gedrängt nebeneinander zu einer eigenthümlichen Gruppe. Nach rechts (W) sieht man sie in das Schlern-Plateau, nach links (O) in einen Abhang übergehen, der sich in einzelnen kleinen Rücken verliert. Einer derselben, welcher den Fursch-Bach vom Saltaria-Bach trennt, ist dem Grunser Bühel parallel, ein anderer senkt sich zum Pass am Mahlknecht herab. Beide zusammen fassen die kleine flache Stufe der Sennhütte am Mahlknecht und die Quellen des Saltaria-Baches gabelförmig ein. Uebersteigt man den erstgenannten Rücken vom Grunser Bühel aus, so sieht man jene nebengelagerten Kalkconglomerat-Bänke mit einzelnen Kalkzwischenschichten sich zu erstaunlicher Mächtigkeit entwickeln. Sie bilden selbstständig ein bedeutendes Schichtensystem. Die Tuffeinschlüsse nehmen überhand und es entwickeln sich mächtige Bänke von Tuffen, welche Kalkbruchstücke conglomeratartig umschliessen; sie wechseln mit anderen, worin der Kalk über die Tuffe herrscht, während einzelne Schichten sich von letzteren rein erhalten und die für den Cipiter Kalk so charakteristischen Skalenoëderdrusen in Menge enthalten. Eine der vortrefflichsten Beobachtungsstellen ist an den kleinen Kuppen, die sich nordöstlich von der Sennhütte am Mahlknecht erheben. Zuerst erscheinen grobe Tuffconglomerate mit grobsandsteinartigem Bindemittel. Dann stellen sich einzelne Zwischenschichten des Kalkes mit Skalenoëderdrusen ein, er wird herrschend und wechselt mit einem undeutlich-dickbankigen System der vorgenannten manchfach wechselnden Conglomerate. Auf der Höhe herrscht wieder der Klippenkalk. Weiter hinauf gelangt man an die eigentlichen Rosszähne, welche aus demselben Schichtensystem bestehen und dessen steiler Aufrichtung und der Auswitterung der weicheren Gesteine ihre grotesken Formen verdanken. Alle Schichten fallen nach Nordwest, wie das Dolomitmassiv selbst in seinem östlichsten Theil; die Veranlassung dazu scheint in einer mächtigen Augitporphyrmasse zu liegen, welche östlich und südlich vom Pass am Mahlknecht ansteht. Die Gesteine der genannten Schichtensysteme liegen in der Gegend der Sennhütte am Mahlknecht weit herum in Trümmern zerstreut und zeichnen sich durch ihren Reichthum an Versteinerungen aus der St. Cassian-Formation aus. Allein es ist eine ganz einseitig ausgebildete Fauna, fast ausschliesslich Cidaritenstacheln. Viele der wichtigsten Thierklassen jener Fauna sind gar nicht vertreten.

So sind die Rosszähne ein durch den Augitporphyr steil aufgerichtetes System von regenerirten Tuffen, Kalkconglomeraten mit eckigen Fragmenten, reinem Kalk u. s. w., deren Schichtenköpfe ungefähr in der Höhe des Schlern-Plateau's abgeschnitten und zackig ausgewittert sind. Wo gegen Westen die Neigung geringer wird, beginnt zugleich über und neben jenen Schichten Schlern-Dolomit aufzutreten, der an Mächtigkeit zunimmt und sich keilförmig zu dem söhlig gelagerten Massiv des eigentlichen Schlern entwickelt. Ein wenig südwestlich von den Rosszähnen, an den Quellen des Tschamin-Baches, steht der Dolomit des Schlern mit dem des Rosengarten in unmittelbarer Verbindung.

Schlern-Klamm. — Von Seiss aus erscheint der Schlern in zwei mächtige Gebirgsmassen getheilt und bietet ein weit verschiedenes Bild von der Gestalt, in der man ihn vom Puflatsch oder von der Landschaft Auf den Ritten erblickt; man sieht von dem Dorf gerade in die wilde Schlucht hinein, welche unter dem Namen der Klamm den westlichen Theil des Massivs gabelförmig theilt und bis in grosse Tiefe aufschliesst. Steigt man in dem etwas beschwerlichen Bett aufwärts, so hat man lange nur wild

zerrissene dolomitische Wände, die oft eng zusammentreten, zu beiden Seiten; später erreicht man zwei Gänge von Augitporphyr, deren schwarze Gestalt man auch von dem obern Rand der kraterartigen Schlucht erblickt. Es ist der charakteristische Augitporphyr der Seisser Alp, zum Theil als Breccie mit kleinen eingeschmolzenen Kalk- (oder Dolomit?) Stückchen ausgebildet. Er diente **L. v. Buch** als Hauptbeweis für die Dolomitisirung des Schlerngesteins. Uebrigens sind diese Gänge nicht die einzigen am Schlern. Ich fand einen nicht unbedeutenden am Weg von Sanct Cyprian nach der tiefen Schlucht des Schlern-Bachs, sowie zahlreiche Bruchstücke von Augitporphyr oberhalb Völs.

Hochfläche des Schlern. — Bereits erwähnte ich der schützenden Decke, welche die Sandsteine der Raibler Schichten auf der Höhe des Schlern bilden, sowie der eigenthümlichen Gestalt, welche sie ihr geben. Allenthalben reichen sie bis an die schroffen Abstürze; nur nach Osten blieb mir ihre Ausdehnung unbekannt. Am nördlichen Horn werden sie von Dolomit überragt. Sie bestehen aus hochrothen und zum kleineren Theil aus weissen dolomitischen Sandsteinen, von denen die ersteren reich an Versteinerungen sind; man findet sie aus dem Gestein herausgelöst besonders am obern Rand der westlichen Wand der Klamm. Schon damals erwähnte ich, dass auch Gesteine vorkommen, welche genau dem Dachstein-Dolomit des Set Sass entsprechen, und zwar in einigen flach-pyramidenförmigen Trümmer-Haufwerken, die auf der Hochfläche zerstreut sind. Das bedeutendste derselben ist die höchste Spitze des Schlern, auf der die trigonometrische Pyramide steht. Man erreicht über dem Sandstein einige vielfach zerborstene Bänke eines grauen, Bohnerz und oolithische Concretionen führenden Dolomites, der sich sandig anfühlt und weit von dem weissen, zelligen, krystallinischen Schlern-Dolomit verschieden ist. Je weiter aufwärts, desto mehr sind die Bänke zerborsten und endlich nur noch in losen, übereinander gestürzten Trümmern vorhanden.

Bergzug „Auf der Schneid" — Pass am Molignon. Von den Rosszähnen bis zum Blattkofl erhebt sich aus der Seisser Alp eine mächtige schwarze Wand mit mehrfach geschwungener Höhenlinie. Sie ist der steile, vegetationslose Nordabsturz des Grenzzuges gegen das Val del Duron und damit gegen das Gebiet des Fassathales. In schroffem Contrast erheben sich an beiden Enden die weissen Dolomit-Kegel, in die die schwarze Wand übergeht, und die bleichen Wände der Fassaner Dolomit-Gebirge, welche im Hintergrund über sie hinausragen. Von der Höhenlinie zieht sich gegen Süden ein reich bematteter, buchtenreicher Abhang nach dem Duron-Thal herab. Kaum kann ein Gebirge einen schärferen Contrast zwischen seinen beiden Abhängen bieten; er gleicht dem Unterschied zwischen dem heiteren, biederen und charaktervollen deutschen Senner der Seisser Alpe und dem verschlossenen, hinterlistigen „Welschen" des Fassathales. Die Sprach- und Volksscheide ist an diesem Bergzug ungemein scharf, daher auch seine Benennung auf beiden Seiten verschieden. Im Norden heisst er „Auf der Schneid", im Süden Monte Palatscho.

Im Westen entwickelt sich der Zug aus den Rosszähnen an der genannten Augitporphyrmasse, im Osten erhebt er sich und bildet den Fuss des Blattkogls. Auf beiden Seiten führen leichte Uebergänge durch flache Einsattelungen. Der westlichere, ein vielbenutzter Saumweg, führt durch den Pass am Molignon oder Mahlknecht, der östlichere, ein fahrbarer Weg, durch eine Einsenkung am Fuss des Blattkofls. Der Zug streicht von O. 10° N. nach W. 10° S. Die Profillinie zeigt fünf Erhebungen, deren zwei nach den begrenzenden Dolomit-Bergen hinaufragen. Von den übrigen dreien ist die mittlere mit zwei Spitzen die höchste, die westliche Erhebung trägt drei, die östliche einen Gipfel.

In der Tiefe gehen von der schwarzen Wand einzelne kleine bewaldete Rücken aus, welche die Quellbäche des Saltaria-Baches von einander trennen. Der eigentliche Saltaria-Bach und der Perdia-Bach sind die bedeutendsten unter ihnen und entspringen in jenen beiden Einsattelungen,

welche zu Jochübergängen benutzt werden. Sie begrenzen daher das kleine Gebirge nach West und Ost, und wir können den Abhang des letzteren bis hinab zur Vereinigung der beiden Bäche rechnen; das Bild des gesammten Gebirgsbaues wird dadurch leichter übersichtlich.

Wo der Perdia- in den Saltaria-Bach mündet, befindet man sich noch in dem Gebiet der Sedimentärtuffe der Seisser Alp. Erst wo weiter thalaufwärts der zweite rechte Zufluss oberhalb des genannten Baches mündet, werden die Verhältnisse verwickelter. Der Rücken zwischen dem Hauptbach und dem kleinen Gewässer besteht aus *Augitporphyr,* der aber unter dem bedeckenden Wald nur an wenigen Stellen zu Tage kommt. Unter demselben stehen eigenthümliche Bänke eines dolomitischen Conglomerats mit Kalkbruchstücken an. Auch im Bachbett selbst findet man den Augitporphyr an einer Stelle bis zu diesem liegenden Gebilde, welches sich schwer in bekannte Schichten einreihen lässt, durchnagt. An seiner oberen Grenze wechselt auf dem kleinen Scheiderücken das Eruptivgestein mit grosskugelig abgesondertem conglomeratartigen, dann mit sandsteinartigem Gestein und macht zuletzt Tuffsandsteinen Platz.

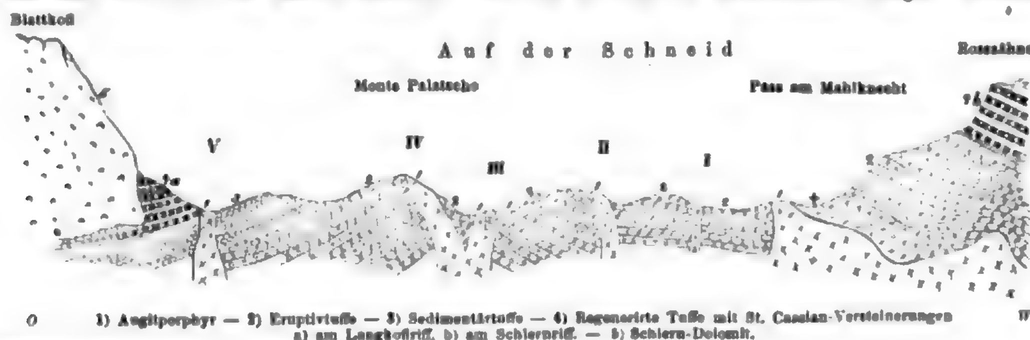
Der Saltaria-Bach selbst hat sich eine tiefe finstere Schlucht in diesem Augitporphyr gewühlt; man betritt sie bei der Sennhütte Psarr. Ihre Wände sind theils dicht bewaldet, theils ist das schwarze Gestein in steilen Wänden entblösst. Hoch darüber folgt eine Terrasse, welche aus Tuffgesteinen besteht und mehrere Sennhütten, unter andern die „am Mahlknecht" oder Molignon, trägt, noch höher folgen die Rosszähne. Ich kannte jene Tuffe und in der Tiefe den Augitporphyr und stieg, um die Grenze kennen zu lernen, am linken Abhang des Saltaria-Baches aufwärts. Doch wo ist dort eine Grenze, was sind dort Zwischenschichten? Ueber den Augitporphyr stürzt ein Wasserfall; doch wie soll man das Gestein nennen, das den obersten Theil dieses Falles bildet? Es ist kein Augitporphyr, es ist kein Tuffgestein, und doch Beides; es gleicht einem geschichteten normalen Augitporphyr mit Neigung zu kugeliger Absonderung. Steigt man weiter hinan, so findet in der That allmälig ein Uebergang in Tuffsandsteine statt, meist mit kugeligen Einschlüssen. Einzelne Schichtencomplexe sind breccienartig, andere mandelsteinartig; oft führen sie rothen Stilbit (Heulandit) in kleinen Knoten und Trümmern, auch grosse Drusen von Kalkspath und Quarz. Höher hinauf folgt eine Kalkschicht und darüber wieder ein normaler massiger Augitporphyr, dessen Hangendes sich nicht weiter erkennen lässt. Es folgen sanfte Gehänge, die wahrscheinlich aus den fruchtbaren Sedimentärtuffen bestehen. Kalkbruchstücke sind, wie am Mahlknecht, dicht darüber zerstreut. Endlich erreicht man den eben beschriebenen Wechsel von Klippenkalk, Tuff- und Kalkconglomeraten und ähnlichen Gesteinen. — Es ist klar, dass in diesem Schichtenprofil der Augitporphyr nicht, wie am Steilrand der Seisser Alp, die Rolle eines Lagerganges spielt. Er greift hier selbst in den allmäligen Aufbau der Schichten mit ein, lagerte sich zu wiederholten Malen stromartig über das schon Gebildete und veranlasste die Entstehung jener eigenthümlichen Tuffbänke, welche zwischen Augitporphyr und Sedimentärtuffen mitten inne stehen und die eigentlichsten Eruptivtuffe sind. Selten trifft man die Folge der drei petrographisch verschiedenen Ausbildungsformen des Augitporphyrs in dieser Weise übereinander gelagert.

Wendet man sich im Thalgrund am Saltaria-Bach aufwärts, so hält der Augitporphyr an den unteren Theilen der Gehänge noch lange Zeit an. Erst wo das Thal eine fast rechtwinklige Wendung nach West macht, ist derselbe zu Ende und die Eruptivtuffe ziehen vom oberen Theil der Gehänge in die Thalsohle herab. Sie fallen mit ungefähr 30° nach NW. Die Abhänge verlieren von hier an ihre einförmige steile Neigung und werden manchfaltiger in ihren Formen, das Thal selbst breiter. Man begegnet abenteuerlich ausgewaschenen Felsen der Tuffconglomerate und die übereinander gestürzten Trümmer der kalkigeren Schichten sind malerisch von einzelnen Fichtengruppen unterbrochen. Zur

Rechten wird der Abhang flacher und sanfter, zur Linken steiler; er geht hier bald in die Wand des Gebirges „Auf der Schneid" über. Endlich erreicht man die flachste Stelle, wo der Saumweg über den Molignon hindurchzieht und sich links zur Einsattelung hinauf wendet. Vor uns steigen kahle schwarze Gehänge an, die rechts in die Wiesen der Molignon-Alpe übergehen und hoch oben die Rosszähne tragen. Die Quellbäche des Saltaria-Baches kommen radienförmig aus zahllosen tief ausgewaschenen Schluchten herab und vereinigen sich kurz vor der erwähnten sanften Stelle des Thales. In der Tiefe steht Augitporphyr an. Die vielen Wasserrisse und die schwarze, düstere Farbe geben diesem für die Tuffe des Augitporphyrs typischen Berge einen ungemein wilden Anblick.

An diesen schwarzen Gehängen liegen die bekannten Mineralienfundstätten vom Molignon. Steigt man in den Schluchten aufwärts, so folgen über dem Augitporphyr Bänke mit grosskugeliger, etwas schaliger Absonderung, darauf Tuffe mit einzelnen kugeligen Einschlüssen, die in einigen Schichten sandig und schalig, in anderen fest sind. Dann folgt der bunteste, gesetzloseste Wechsel, in dem besonders Conglomerate mit eckigen Bruchstücken herrschen. Die Mineralienlagerstätten sind theils in den letzteren, indem die verkittende Masse ausgewaschen wird und Mineralien sich an ihrer Stelle absetzen, theils in den Schichten mit festen Kugeln. Die Zerstörung durch Wasser, welche diese Tuffe unausgesetzt erleiden, ist ausserordentlich heftig. Die Spuren derselben geben sich theils in der tiefgreifenden Auswaschung zu erkennen, welche man allenthalben wahrnimmt, theils in der Masse fester Bestandtheile, welche die Gewässer verunreinigen. Die Mineralien, welche hier vorkommen, beschränken sich auf jene *Kalkspath-* und *Quarzdrusen*, wie ich sie früher beschrieben habe [1]). Ausserdem kommt blättriger *Apophyllit*, rother *Stilbit* und andere Mineralien, aber alle nur untergeordnet, vor.

Steigt man zu dem 7062 Fuss hohen Joch am Mahlknecht hinab, so begegnet man einzelnen kleinen Augitporphyrgängen, welche die Eruptivtuffe durchsetzen. Bedeutender werden dieselben erst jenseits des Joches an dem eigentlichen Zug „Auf der Schneid". Dieser gesammte Zug besteht aus Eruptivtuffen von der manchfaltigsten Gestalt, die hin und wieder von einem Gang durchsetzt werden. Der erste tritt unmittelbar am Weg nach dem Joch auf und lässt sich leicht verfolgen, bis er östlich von der Einsattelung den Rücken übersetzt. Die polyedrische Zerklüftung des Eruptivgesteins contrastirt auffallend gegen den Grus, welcher aus der Zersetzung der Tuffe entsteht. Von der ersten Höhe, welche man erreicht, eröffnet sich eine geognostisch interessante Aussicht. Zwischen dem Blattkofl und Rosengarten entfaltet sich die Gebirgswelt des oberen Fassathales, aus der im Hintergrund die begletscherte Vedretta Marmolata herüberschaut, während im Norden die ganze Fläche der Seisser Alp sich ausbreitet. Fünf Augitporphyrgänge setzen einschliesslich des schon erwähnten in folgender Weise in den Eruptivtuffen auf und sind auf dem Kamm sichtbar. Die mit III und IV bezeichneten hängen wahrscheinlich



1) Augitporphyr — 2) Eruptivtuffe — 3) Sedimentärtuffe — 4) Regenerirte Tuffe mit St. Cassian-Versteinerungen a) am Langkofl-Riff, b) am Schlernriff. — 5) Schlern-Dolomit.

[1]) a. a. O. S. 346 ff.

schon in unbedeutender Tiefe zusammen und setzen als ein hervorragender bewaldeter Grat nördlich in das Thal hinab. Ein kleiner fahrbarer Weg führt auf dem Rücken nach der Höhe. Auch V setzt gegen Norden fort, kommt aber nur wenig zu Tage. Ein sechster Gang weiter östlich ist auf der Höhe nicht sichtbar, sondern bleibt in der Tiefe am Nordabhang. Betrachtet man die Wand von Norden, so sieht man die angedeutete Neigung der Schichten, welche zu ergeben scheint, dass besonders in der Richtung des Ganges 3, 4 und in der Gegend des Passes am Mahlknecht Hebungen stattgefunden haben. Wie weit die letztere gegen Nord und Nordwest gewirkt hat, habe ich bei Betrachtung des Schlern angeführt.

Eine andere Dislocation scheint in der Nähe des Blattkofls stattgefunden zu haben. Steigt man aus der Scharte, durch welche der Weg nach dem Duron-Thal führt, nach der Grenze des Dolomits hinauf, so herrschen hier Sedimentärtuffe, denen mergelige Kalke mit St. Cassian-Versteinerungen eingelagert sind. Dieses System, welches auf der Schneid nicht vorkommt, könnte den Eruptivtuffen der letzteren aufgelagert sein. Allein wenn man tiefer hinabsteigt, so findet man allenthalben östlich von dem Gang V einen Wechsel von Kalken mit Tuffen, und zwar sind dies Kalke, welche denen aus dem höchsten Niveau des gesammten Tuffsystems entsprechen. Es scheinen also diese Schichten gegen die des Bergzuges auf der Schneid schroff dislocirt zu sein; wahrscheinlich sind die letzteren einer Verwerfungsspalte entlang gegen die ersteren gehoben worden.

Die Grenze gegen den Dolomit des Blattkogls ist durch Schutt verdeckt. Doch scheint es, dass die Schichten mit den St. Cassian-Versteinerungen nicht den Dolomit unterteufen, sondern ihm, wie bei St. Cassian, angelagert sind. — Wir wenden uns nun noch, um die Seisser Alp von allen Seiten abzugrenzen, nach der nördlichen Vorlage des Zuges „Auf der Schneid", zwischen ihm und dem Augitporphyr des unteren Saltaria-Baches.

Camung-Berg — Ochsenwald. — Die eben beschriebenen Gehänge, welche sich von dem Zug „Auf der Schneid" nach der Vereinigung von Perdia- und Saltaria-Bach hinabziehen, werden schon grösstentheils zum „Ochsenwald" gerechnet. Es gehört demselben noch das Gebiet zwischen dem Perdia-Bach, den Abhängen des Blattkofls und dem Augitporphyr im unteren Saltaria-Bach an, ein manchfach durchrissenes Land mit steilen Gehängen, kleinen Waldstrichen, deren Boden mit umgestürzten, halbverfaulten Baumstämmen bedeckt ist, dazwischen fruchtbare Alpen und zerstreute Sennhütten. Von besonderem Interesse ist das Thal des Perdia-Baches mit dem nördlich aus ihm sich erhebenden Camung-Berg. Bereits im oberen Saltaria-Bach erwähnte ich einer bedeutenderen Augitporphyrmasse, welche nach oben Eruptivtuffe, dann Sedimentärtuffe trägt, in der Tiefe aber auf eigenthümlichen Kalken ruht. Diese Kalke nun ziehen hinüber nach dem Perdia-Bach und bilden die Abhänge des Camung; auch hier tragen sie Augitporphyr, aber durch Tuffe getrennt.

Der Rücken des Berges besteht ganz und gar aus Augitporphyr, der weiterhin Sedimentärtuffe trägt. Hier ist keine Spur von jenen Eruptivtuffen zu bemerken, wie sie am Abhang vom Saltaria-Bach auftreten. Ob aber diese hangenden Schichten eine Umwandlung durch Hitze erfahren haben und mithin die Eruptivmasse einen Lagergang bilde, konnte ich nicht entscheiden. Unter demselben folgen abermals dünngeschichtete Tuffe, von denen der Augitporphyr viele Fragmente enthält, darunter dichter Kalkstein, dann eine Folge von Conglomeraten; meist sind dies harte Gesteine, wo Kalkfragmente in einem kalkigen, etwas dolomitischen Gestein inne liegen. Dies letztere nimmt Bitumen auf, damit stellen sich Feuersteine ein, und dann gleichen die Schichten auffallend den Buchensteiner Kalken in der Pufler Schlucht. Wären sie identisch, so wäre das Gestell des Camung eine über das ursprüngliche Niveau des Tuffmeeres erhabene Scholle des gesammten unteren Schichtensystems. Doch bedarf es dazu bestimmterer Beweise; denn bei dem reichen Gesteinswechsel, der sich in den höchsten Schichtensystemen des

Tuffcomplexes in diesem Theil der Alpe kundgibt, wäre es wol möglich, dass das Gestein der Buchensteiner Kalke, mit denen die ganze Tuffreihe ihren Anfang nahm, später noch einmal gebildet wurde. Dies scheint auch das Wahrscheinlichere; denn wenn man von der unteren Sägemühle am Saltaria-Bach, wo der Augitporphyr-Lagergang vom Steilrand der Seisser Alp in der tiefen Schlucht sein südlichstes Ende erreicht, in dem hier von Osten mündenden Bach aufwärts steigt, so erreicht man zuerst einen mächtigen, vortrefflich aufgeschlossenen Complex von Wenger Schichten, geht dann lange in Tuffschichten fort, bis man in bedeutender Höhe unter den Wänden des Blattkofls jene Kalke erreicht, welche sich um den Camung ziehen. Hier scheinen sie den Tuffen aufzulagern; doch fehlt auch hierfür ein sicherer Beweis.

Die obersten Regionen des Ochsenwaldes, welche sich nach den Wänden des Blattkofls hinaufziehen, bestehen ganz und gar aus Sedimentärtuffen mit eingelagerten Mergelkalken, welche Cassianer Versteinerungen führen. Steigt man von Zallinger's Sennhütte nordöstlich an die Wände hinan, so findet man den Fuss derselben stets mit Dolomittrümmern bedeckt; um so interessantere Aufschlüsse gibt ein Punkt, wo diese Bedeckung fehlt. Es öffnet sich in dem sanften Gehänge plötzlich ein grosser und tiefer, nach Nordwest geöffneter Kessel, dessen Wände eine deutliche Schichtenfolge aufschliessen. Zunächst unter dem Dolomit liegen gelbe mergelige Kalke, reich an St. Cassianer Petrefacten; sie bilden den schmalen Abhang zwischen der Dolomitwand und der Wand des Kessels, auch noch die obersten Schichten der letzteren. Darunter folgen dickbankige reinere Kalke, dann Dolomit, Conglomerate mit Hornstein und Kalk, darunter dieselben ohne Hornstein, dann Tuffe und nochmals ein Conglomerat mit viel Augitporphyrmasse. Darunter tritt Augitporphyr links und rechts zu Tage. Er hat die Schichten gehoben und stark gebogen. Ein dritter Gang kommt mitten aus der Wand über der Dolomitbank hervor. — Abwärts von diesem Kessel folgen nur noch Tuffschichten.

Es scheint, dass dies Verhalten dem gesammten Westabhang des Blattkogls entlang das normale bleibt. Ueberall bilden hier mergelige Kalke mit St. Cassian-Versteinerungen das oberste Glied, theils unter dem Dolomit, theils, wie auf dem Zug Auf der Schneid, ihm angelagert.

Hochfläche der Seisser Alp.

Nachdem wir im Vorigen den West- und Nordabsturz der Seisser Alp, den mächtigen Dolomitwall des Schlern, der sich im Süden aus ihr erhebt, und das verwickelte südöstliche Gebiet des Gebirgszuges „Auf der Schneid" und des „Ochsenwaldes" kennen gelernt haben, bleibt uns noch übrig, die Hochfläche zu betrachten, welche von allen diesen Elementen begrenzt wird. Wir sahen, wie sie im Westen und Norden nach einem Steilrand ansteigt, der von einem Lagergang des Augitporphyrs gebildet wird, wie diesem fast allenthalben die Halobia führenden Kalk- und Mergelschiefer der Wenger Schichten auflagern, denen dann Sedimentärtuffe folgen, wie im Süden die an Mächtigkeit nach Osten zunehmenden Tuffe von dem Dolomit des Schlern überlagert sind und im Südosten, wo das Tuffsystem eine ausserordentliche Mächtigkeit erreicht, ganz neue Verhältnisse eines genetischen Durcheinandergreifens von Eruptiv- und Sedimentärgesteinen hinzukommen. Es zeigte sich aber, dass diese Verwickelungen nur in der Tiefe sind und dass auch hier die höchsten Schichten Sedimentärtuffe und Kalke mit St. Cassian-Versteinerungen sind, welche theils den Dolomit unterteufen, theils ihm angelagert sind. Diese höchsten Schichten setzen, wenngleich in modificirter Gestalt, die ganze Hochfläche zusammen. Der gesammte Tuffcomplex hat dadurch eine keilförmige Gestalt, indem er sich nach Westen, Norden und unter dem Schlern auskeilt und nach Südosten seine Anfangs- und Endglieder weiter und weiter auseinandertreten.

Wenn man an den Bächen der Alp aufwärts steigt, so verlässt man bald die deutlich geschichteten Sedimentärtuffe und erreicht ein Hügelland, welches die ganze Mitte der Alp bildet und wol aus „Rapilli

und vulcanischer Asche", wie **Buch** es beschrieb, besteht, aber sie sind nicht mehr in so regelmässigen dünnen Schichten wie gewöhnlich abgelagert, und wo man eine Schichtung findet, da ist sie bankförmig. Die Gesteine aber sind vorherrschend conglomeratisch, indem Tuff- und Sandsteinbruchstücke, oft auch Trümmer von älteren Conglomeraten durch feinere erdige Tuffmasse verbunden sind. Die ziemlich häufigen Versteinerungen der St. Cassianer Fauna sind deutlich auf secundärer Lagerstätte, da sie grossentheils in den Bruchstücken der Conglomerate eingeschlossen sind, zum Theil auch aus der Ferne herbeigeschwemmt. Es drängt sich von selbst die Ueberzeugung auf, dass man es mit *regenerirten Tuffen* zu thun hat. **Emmrich** hat zuerst diese Ansicht ausgesprochen und vermuthete ein sehr jugendliches Alter für die Wasserbedeckung. Selbst im Munde des Volks hat sich die Sage verbreitet, es sei einst auf der Alpe ein grosser See gewesen, der dann plötzlich ausbrach und die ganze Landschaft von Seiss mit den Trümmern von oben her überschwemmte. Den einzigen Anhalt zur Bestimmung der Formation, welcher die regenerirten Schichten angehören, geben die Versteinerungen in dem linken Zufluss des From-Bachs, welche Herr Franz Ritter v. **Hauer** als den Raibler Schichten angehörig kennen lehrte (s. oben „Raibler Schichten"). Sie finden sich in einer schwarzen Bank von Tuffconglomerat massenhaft eingeschlossen, fehlen aber an allen übrigen Theilen der Alpe. Ich wies bereits auf den merkwürdigen Umstand hin, dass auf dem 8000 Fuss hohen Schlern und hier auf der Seisser Alp in kaum mehr als 4500 Fuss Meereshöhe dicht nebeneinander zwei dem Alter nach vollkommen zusammengehörige Schichten vorkommen. Die Lagerungsverhältnisse sind an beiden Orten ungestört, das Gestein ist oben und unten grundverschieden und die Fauna zeigte sich gleichfalls ganz verschieden, aber nur in der Art einer abweichenden Facies. Die Arten von beiden Orten sind in gleicher Weise für die Raibler Schichten charakteristisch; aber auf dem Schlern herrschen Gastropoden und dünnschalige Bivalven, in der Tiefe des Plateau's der Alpe sind lauter ungemein dickschalige Zweischaler, deren Constitution einem so bewegten Medium, wie es das grobe Conglomerat voraussetzen lässt, widerstehen konnte.

Es geht hieraus mit Nothwendigkeit hervor, dass bereits zur Zeit der Raibler Schichten, also unmittelbar nach seiner Bildung der Schlern-Dolomit ein riffartiges Massiv im Meere war. Da aber der Uebergang zwischen beiden Formationsgliedern ein leichter ist und ohne gewaltsame Katastrophe geschah, so kann auch nie die Seisser Alp mit einer Fortsetzung des Dolomitmassivs bedeckt gewesen sein, welche vielleicht schnell zerstört worden wäre, ehe sich die Raibler Schichten ablagerten, sondern der Schlern ist von Anfang an in seiner riffartigen Gestalt gebildet worden. Ein aus den Carbonaten von Kalk und Magnesia bestehendes, vollständig isolirtes Riff mit senkrechten Wänden kann sich aber mitten auf dem Grunde des Meeres nur durch die aufbauende Thätigkeit von Korallen bilden, und wir werden sonach durch jenes merkwürdige Vorkommen der Raibler Schichten deutlich zu dem Schluss geleitet: Der Schlern ist ein Korallenriff und die gesammte Formation des Schlern-Dolomits ist in gleicher Weise durch animalische Thätigkeit entstanden. Ich werde noch mehrfach Gelegenheit haben, aus anderen Theilen Beweise dafür beizubringen. Es waren, wie ich unten in einem besonderen Abschnitt zu zeigen suchen werde, alle Bedingungen, welche zu dem Aufbau von Korallenriffen nothwendig sind, gegeben, und es steht unserer Annahme nichts entgegen, wol aber einer jeden anderen Erklärungsweise der Bildung des Schlern-Dolomits. Für die Geschichte des Landes aber haben wir ein Moment von der höchsten Wichtigkeit hiermit erlangt.

Gehänge zwischen dem Fuss des Langkofls und dem oberen Grödner Thal.

Wir schliessen nun dort wieder an, wo wir das Gebiet des Saltaria-Baches an seiner östlichen Wasserscheide verlassen hatten. Der verworrene Gebirgsbau des „Ochsenwaldes" setzt hier nicht fort, sondern über der vielgliedrigen finstern Augitporphyrschlucht des Saltaria folgt unmittelbar eine Tuffablage-

rung, welche die sanften Formen und die Fruchtbarkeit der Seisser Alpe wiederholt und sich vom Fuss des Langkofls und Blattkogls beinahe bis in das Grödner Thal hinabzieht. Plötzlich folgt gegen das letztere ein steilerer Abhang, es ist der von der Seisser Alp her fortsetzende Augitporphyr-Lagergang, unter welchem, wie dort, Halobien-Schiefer, Buchensteiner Kalke und Mendola-Dolomit liegen. Letzterer bildet hier die Thalsohle, der Grödner Bach fliesst in einer engen Spalte und jenseits steigt dieselbe Schichtenfolge in umgekehrter Ordnung auf; der Augitporphyr trägt dort die Kirche von S. Christina, darüber aber fehlen die Tuffe — es beginnen andere Verhältnisse, auf die wir später eingehen.

Die Breite dieser Alpenfläche der „Christeiner Weiden" ist nicht bedeutend; denn schon der östlich folgende Lampicaner Bach entblösst gleich dem Saltaria das Liegende der Tuffe: den Lagergang des Augitporphyrs, und nun beginnt ein kleines Gebiet von äusserst complicirtem Bau. Der Augitporphyr wächst mächtig an und bildet eine grosse bewaldete Gebirgsmasse mit steilen Gehängen. In der Mitte ist eine Einsenkung in Gestalt eines tiefen, nach Nordwest geöffneten Kraters; dies ist die durch ihre Form weithin auffällige Masse des Gäns-Alpls. Unmittelbar südlich daran schliesst sich als Vollendung der Wasserscheide des Lampicaner Bachs der Monte Sella [1]), während westlich von dem Bach sich der Monte sopra erhebt.

Monte sopra. Wenn man aus dem Grödner Thal westlich vom Lampicaner Bach aufwärts wandert, so kommt man zuerst auf eine flache alpenbedeckte Stufe, steigt darauf an hohen und steilen waldigen Augitporphyrgehängen aufwärts und erreicht eine freie Höhe, von der aus man abermals auf sanfteren Flächen nach dem Monte sopra gelangt. Man befindet sich hier auf Tuffen, welche mit geringer Neigung nach einem vorspringenden Theil der Dolomitwände des Langkofls ansteigen. Kurz ehe man dieselben erreicht, senkt sich plötzlich eine tiefe Scharte nieder, welche in einem schneidigen concaven Grat den Gipfel des Monte sopra mit der Felswand des Langkofls verbindet. Diese Stelle ist eine der wichtigsten für die Lagerungsverhältnisse der Trias. Man erkennt die Wand der Schneide mit ihrer vortrefflichen Schichtenentblössung schon vom Puflatsch und von vielen anderen Aussichtspunkten, und hier zeigt sich Alles frei von Dolomittrümmern. Das Profil, welches die westliche Wand der Scharte entblösst, ist folgendes:

1) (zu unterst) graue, glimmerreiche, kalkige Mergel mit *Posidonomya Clarai;*
2) die drei Abtheilungen der *Campiler Schichten* in normaler und äusserst klarer Entwickelung und mit vielen Versteinerungen;
3) dünngeschichtete, klüftige, bituminöse, mergelige Kalke, hier nur 6 Fuss mächtig. Es sind unsere *Virgloria-Kalke;*
4) *Mendola-Dolomit* in einer 50 Fuss mächtigen Bank;
5) *Schlern-Dolomit,* welcher den ganzen Langkofl bildet; ist durch die einzige Schichtfläche der über 4000 Fuss hohen Wand vom Mendola-Dolomit getrennt.

Die unteren Schichten dieses Systems sind vielfach gekrümmt, oft durcheinander geworfen; je weiter hinauf, desto geringer sind die Störungen und schon der oberste Theil der Campiler Schichten liegt horizontal. Die Tuffe des Monte sopra sind diesen Schichten ungleichförmig angelagert.

Vergleicht man dieses Lagerungsverhältniss an der unteren Grenze des Schlern-Dolomits mit dem früher am Westabhang desselben Gebirges beschriebenen, wo Tuffe mit St. Cassian-Versteinerungen theils dem Schlern-Dolomit angelagert sind, theils sein unmittelbar Liegendes bilden, so geht daraus hervor,

[1]) Nicht zu verwechseln mit dem südlicheren Monte Sella am Uebergang von Gröden nach Fassa; der hier bezeichnete erscheint auf der Karte als ein kleiner hufeisenförmiger Augitporphyrstreif.

dass das erwähnte Schichtensystem in der Periode der Tuffablagerungen als Insel hervorragte und daher nicht von Sedimenten bedeckt wurde. Die Revolutionen nach der Ablagerung des Mendola-Dolomits haben es in diese Lage versetzt. Als später, zur Zeit des Aufbaues der Korallenriffe, das ganze Land sich senkte, kam auch die aus den Tuffen hervorragende Insel unter das Meer und das mächtige Riff des Langkofls bedeckte nun gleichmässig die Tuffe und die Insel.

Quellen des Lampicaner Baches. Der Monte sopra im Westen, das Gäns-Alpl und der Monte Sella im Osten und der Langkofl im Süden schliessen einen überaus grossartigen Gebirgskessel ein, in dem der Lampicaner Bach aus einem kleinen See entspringt und von den Wänden seine Quellen sammelt. Die Tiefe des Kessels bietet ein Bild furchtbarer Zerstörung, Haufwerke von Dolomittrümmern, die jede directe Beobachtung verhindern, bedecken den Boden weithin. In imposanter Majestät erhebt sich daraus die weisse kahle Wand des Langkofls, nach oben vielfach zerborsten und in Pyramiden aufgelöst. Wo die Schuttanhäufungen durch eine kleine Lücke die tieferen Theile der Wand erkennen lassen, da sieht man die Bank von Mendola-Dolomit, wie wir sie an der Scharte des Monte sopra beobachteten, deutlich fortziehen, zum Theil, wie oberhalb des kleinen See's, dessen Spiegel sich hier in wilder Einsamkeit in dem Trümmermeer ausbreitet, von der unteren Trias begleitet. Oestlich vom See verschwindet das ganze System, und wo die untere Grenze des Schlern-Dolomits aufgeschlossen ist, sieht man ihn unmittelbar auf Tuffen lagern.

Monte Sella und Gäns-Alpl. Der Monte Sella fällt nach West, Nord und Ost steil ab, nur nach Süden verflacht er sich allmälig. Der westliche Absturz reicht mit seinem Fuss in den eben erwähnten Kessel, der östliche senkt sich fast ebenso steil nach den waldigen, schluchtenreichen Gehängen des Evas-Baches, der weiterhin den Namen des Grödner Baches führt; nach Norden stürzt der Berg jäh auf eine flache Scharte, welche ihn dem Gäns-Alpl verbindet. Um die drei steilen Seiten ziehen, dem oberen Rande parallel, daher mit allgemein südlichem Fallen, die Bänder der Schichten, aus denen er aufgebaut ist. Die obere Schicht ist ein Lagergang von Augitporphyr, in keiner sichtbaren Beziehung zu dem der Seisser Alp stehend, aber aus demselben Gestein gebildet und gleichfalls sich südlich verflachend. Er trägt noch einige Schichten von Sedimentärtuffen, welche im Contact stark verändert sind und nach Süden in die Alpenflächen am Ostfuss des Langkofls übergehen. Der Augitporphyr bildet den Steilrand, hat in seinem oberen Theil Neigung zur säulenförmigen Absonderung und wird nach seiner unteren Grenze hin plattig. Darunter folgt eine Dolomitbank, dann Dolomitconglomerat, ein dolomitisches Bindemittel mit rothen dolomitischen Einschlüssen, endlich Tuff.

Steigt man von der Scharte nördlich nach dem Gäns-Alpl hinauf, so wiederholt sich dieselbe südnördliche Profillinie des Monte Sella, nur steigt hier der Abhang steiler an. Anfangs befindet man sich noch auf den Tuffen der Scharte, dann gelangt man in der Mitte der Höhe auf Augitporphyr, welcher bis hinauf anhält. Oben steht man am Rand eines tiefen und weiten, nach Nordwest geöffneten Kraters. Der Grund desselben ist eine Alpe mit mehreren Sennhütten, das eigentliche Gäns-Alpl [1]). Die zum grössten Theil aus Augitporphyr aufgebauten Wände fallen von allen Seiten steil, von dem Südrand, auf dem wir stehen, beinahe senkrecht in den Kessel. Steigt man auf den höchsten Punkt des Ringgebirges, der sich in der südöstlichsten Ecke erhebt, so bietet sich ein eigenthümlicher Anblick. Man steht auf Augitporphyr und sieht tief hinab in den Kessel der Alpe, den ein nach Westen und ein nach Norden gerichteter Grat von dieser Höhe aus umfassen. Aber ein weit grossartigerer Arm, lang gestreckt, nach beiden Seiten steil abfallend und mit einem jähen Absturz endigend, geht nach Osten aus und schliesst mit dem

[1]) Ich war nicht auf dieser Alpfläche; man müsste hier eine ausgezeichnete Ablagerung von Raibler Schichten erwarten.

nördlichen Grat einen zweiten viel tieferen und weiter geöffneten Kessel ein, dessen Tiefe dicht bewaldet ist und nach Norden und Osten hügelig abfällt. Unendliche Trümmermassen von den Gesteinen der beiden Arme erfüllen die Tiefe und greifen in wild übereinander gestürzten Haufwerken in den Wald ein.

Dies ist die Gestalt des Gerüstes, das man von dem Höhepunkt überblickt. Nicht minder eigenthümlich sind die Gesteine, aus denen es aufgebaut ist. 1) Der westliche Arm besteht nur aus Augitporphyr; 2) der nördliche bietet einen Wechsel der verschiedensten Gebilde. Oben sind sehr feste Conglomerate, zum Theil erfüllt mit Feuersteinknollen; darunter folgen Tuffe, dann regelmässig eingelagerter massiger Augitporphyr, wahrscheinlich ein Lagergang. Darunter lagert eine mächtige Reihenfolge verschiedener Schichten, welche von der senkrechten östlichen Wand durchschnitten und vortrefflich entblösst sind. Es sind mächtige Kalksteine, dickschichtige, hellgraue, grobkörnige, grauwackenartige Sandsteine und Conglomerate, endlich Dolomit in bedeutender Mächtigkeit. Der Fuss ist von den herabgefallenen Felsblöcken verhüllt. 3) Der östliche Arm hat den wunderlichsten Bau. Wo er sich von dem Hochgipfel abzweigt, besteht er aus Augitporphyr. Darunter folgen alle an der vorigen Wand erwähnten Schichten in wirrer Unordnung. Sie sind durcheinander geworfen und nur selten lässt sich einige Regelmässigkeit erkennen. Die Bänke der grauwackenartigen Sandsteine sind ausgewittert und erscheinen an der Südseite in wollsackähnlichen Formen aufeinander gethürmt. Steigt man in die Tiefe des Kessels hinab, so ist weithin Alles verhüllt durch das Trümmerhaufwerk von Sandstein, Conglomerat und Dolomit. Auf dem gewöhnlichen Weg nach S. Christina trifft man wieder dieselben anstehenden Gesteine, gelangt dann auf Augitporphyr, der sie überlagert, und erreicht endlich in der Thalsohle als Liegendes desselben den Buchensteiner Kalk und Mendola-Dolomit.

So verworren dieser Gebirgsbau und so fremdartig die hier beschriebenen Schichtgesteine allen früher erwähnten gegenüber erscheinen, so einfach löst sich Alles auf, wenn man den Gebirgsbau im Grossen und Allgemeinen ins Auge fasst. Ein Durchschnitt von S. Christina über die Christeiner Weiden nach dem Blattkofl hatte die einfache Folge gegeben, wie sie im Profil der Seisser Alpe die Schichten vom Mendola-Dolomit bis zum Schlern-Dolomit darstellen. Oestlich davon trat am Fuss des Langkofls als eine ganz locale Erscheinung die inselförmige Erhebung der älteren Trias hinzu. Noch weiter östlich ist in der Tiefe des Grödner Thales (Mendola-Dolomit, Buchensteiner Knollenkalk, Augitporphyr) und in der Höhe (Augitporphyr des Monte Sella, Sedimentärtuffe, Schlern-Dolomit des Langkofls) die erstgenannte Schichtfolge entwickelt; der Abhang zwischen beiden aber bekommt eine manchfaltigere Gestalt, indem der Augitporphyr ungemein anwächst und grosse Bergmassen allein bildet, die aber alle zusammenhängen und die Einheit der Masse wie des Ausbruchs bekunden. Nur am Monte Sella tritt der untergeordnete Lagergang in höherem Niveau hinzu, der aber wahrscheinlich gleichzeitiger Entstehung ist und in der Tiefe mit jenem zusammenhängt. Wiederum weiter östlich folgen im östlichen Theil des Gäns-Alpls unter der Hauptmasse des Augitporphyrs mächtige Schichten, die oben conglomeratisch, unten dolomitisch sind, und steigt man von ihnen nach Santa Maria hinab, so folgen darunter nur noch Gebilde der älteren Trias, die weithin das Gehänge bilden und sich hier im obersten Gröden sehr ausbreiten, nachdem sie in einem grossen Theil des Thales in der Tiefe ganz verschwunden waren.

Es scheint sich hieraus zu ergeben, dass die mächtigen grauwackenartigen Gesteine, Sandsteine und Dolomite des Gäns-Alpls ihrer Entstehungszeit nach in die Periode zwischen der Ablagerung der älteren Trias und dem Ausbruch des Augitporphyrs dieser Gegend fallen. Aus der Vergleichung der Lagerungsverhältnisse mit denen im Gader-Thal geht aber hervor, dass dieser Ausbruch der Ablagerung der Buchensteiner Knollenkalke nach kurzer Unterbrechung folgte. Trotz des häufigen Vorkommens von Feuersteinknauern in den grauwackenartigen Gesteinen des Gäns-Alpls dürften sie daher nicht mit den Buchen-

steiner Kalken zu vereinigen sein, sondern dem unteren Theil der diesen folgenden Tuffe angehören. Eigenthümlich bleibt die ausserordentliche Mächtigkeit und doch so geringe Verbreitung dieser Schichten. Die eruptive Thätigkeit, mit der sie verbunden waren, war indess ebenfalls örtlich beschränkt und sehr intensiv; zugleich mögen durch Strömungen und andere Umstände die Schichten, insbesondere die durch Anschwemmung entstandenen Conglomerate, stellenweise zu bedeutender Mächtigkeit angewachsen sein, während sie in der Nachbarschaft weniger angehäuft wurden. Rechnet man noch hinzu, dass Dislocationen wie die, welche wir am Nordfuss des Langkofls kennen lernten, nach der Ablagerung des Mendola-Dolomits mehrfach stattfanden und gerade in der Gegend des oberen Gröden einige Inseln bildeten, so gewinnen solche locale Anhäufungen von Material in tieferen Theilen des Meeres mehr und mehr an Wahrscheinlichkeit. Denn abgesehen von den Strömungen, welche sich nach der Stellung dieser Inseln richteten, mussten die durch die plötzliche Katastrophe entstandenen Zerstörungsproducte sich massenhaft ablagern, insbesondere in solchen Theilen, wo sie sich am heftigsten geäussert hatte.

Es wird sich im weiteren Verlauf ergeben, dass die Schichten des Gäns-Alpls noch weit nach Osten mit gleichen Eigenschaften fortsetzen, dort oft für Grauwacke gehalten worden sind und zu vielfachen Theorien Veranlassung gegeben haben. Es schien daher nothwendig, auf sie ausführlicher einzugehen, und wir werden später noch an mehreren Orten Belege dafür finden, dass sie ihrer Hauptmasse nach dem Niveau der Buchensteiner Kalke folgen und mit den untersten Tuffschichten noch mehrfach wechsellagern.

Oberes Gröden.

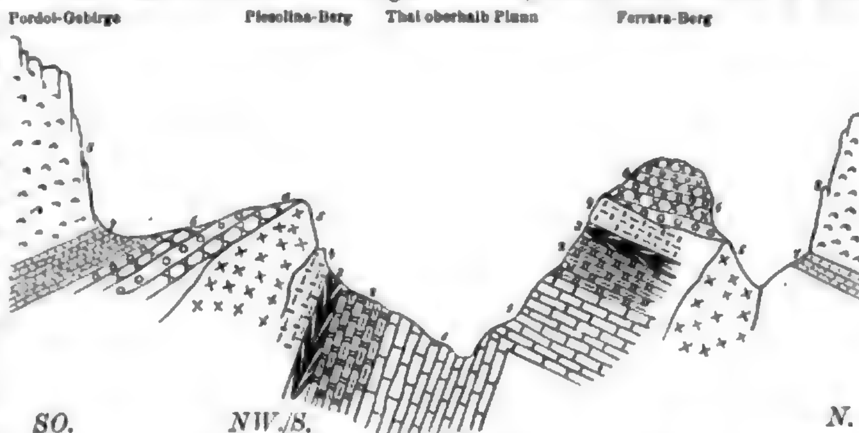
Wenige Theile unseres Gebietes sind so reich an pittoresken Bildern der Gebirgsgruppirung als der Ursprung des Grödner Thales. Schon wenn man aus dem Eisack-Thal aufwärts wandert und die Thalweitung von Sanct Ulrich erreicht, bietet sich ein unbeschreiblich romantischer Wechsel der lieblichsten, anmuthigsten Landschaftsbilder mit einem kühnen und wilden Hintergrund. Die weissen Dolomitzinnen ragen nach allen Seiten hinter waldbedeckten Höhen hervor, während in der Tiefe die blendend weissen Häuser weithin an den sanften Gehängen zwischen Feldern und Wiesen zerstreut sind und sich dichter um die Kirche in ihrem Mittelpunkt schaaren. Weiter aufwärts gegen S. Christina verengt sich das Thal, die Häuser bleiben links in der Höhe, zur Rechten erheben sich die bewaldeten Gehänge des Augitporphyrs und in der Tiefe braust der Thalbach in seinem spaltenartigen dolomitischen Bett. Die Kirche von S. Christina bleibt links auf einem Felsen von Augitporphyr, die Häuser schaaren sich am Weg zu einer engen Gasse, dann werden sie sparsamer und bald erreicht man bei Runggatsch eine zweite Thalweitung. Mit ihr beginnt das „Obere Gröden". Zur Linken mündet der Tschisler Bach, der tief im Dolomitgebirge entspringt, rechts steht jenseits des Baches auf Buchensteiner Schichten das Schloss Fischburg, ein geschmackloses alterthümliches Gebäude, von den Grafen v. **Wolkenstein** erbaut. Durch eine abermalige Verengung des Thales, in der der Bach seinen bedeutendsten Fall hat, erreicht man die dritte Thalweitung bei Santa Maria, dem Centrum des Oberen Gröden. Dieses Dorf mit seinen weithin zerstreuten Häusern hat eine Meereshöhe von mehr als 5000 Fuss, das Klima ist äusserst rauh, so dass nur noch Hafer und Gerste zur Noth gedeihen, und zu allen Seiten erheben sich mächtige Gebirge. Dennoch gewährt der dicht bevölkerte Thalkessel mit seinen üppigen Wiesen einen ungemein freundlichen Anblick, zu dem die Dolomitgipfel, die unmittelbar aus der Thalsohle aufsteigen, in wildem Contrast stehen.

Bei Santa Maria entsteht das Grödner Thal aus mehreren Quellbächen. In südlicher Richtung gelangt man am Evas-Bach nach dem Uebergang gen Campidello im Fassa. Bei dem Gasthaus Plunn nimmt er von rechts einen kleineren Seitenbach auf, an dem der gewöhnliche Weg über das Grödner Jöchl nach Colfosco führt. Durch den Rücken des Monte Ferrara von diesem getrennt

ist nördlich ein paralleles Thal eingesenkt, das bei Santa Maria mündet. Auch durch dieses führt ein Uebergang nach Colfosco. Endlich reicht von Santa Maria ein viertes Thal, das Lange Thal, tief hinein in die Dolomitwelt des Guerdenazza-Gebirges. Dazu kommt als fünfter noch der schon genannte Tschisler Bach hinzu. Wir betrachten erst den Kessel von Santa Maria und steigen dann in jedem der Thäler aufwärts.

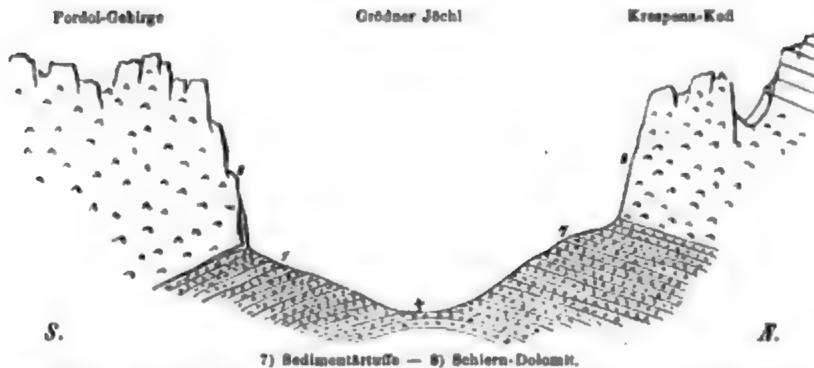
Santa Maria. Die untere Trias, welche den nördlichen Abfall des Gebirgsstocks der Seisser Alp bildet, sahen wir zwischen St. Ulrich und S. Christina in den Grödner Thalboden hinabziehen, um weiterhin an dem Nordgehänge desselben fortzusetzen. Man durchwandert daher thalaufwärts die ganze Folge Schicht für Schicht von den tiefsten zu den höchsten Gliedern, bis bei den ersten Häusern von S. Christina das ganze System unter dem Mendola-Dolomit verschwindet. Anstatt aber weiter aufwärts die Fortsetzung des Profils zu finden, welches der Pufler Bach dargeboten hatte, bleibt lange Zeit der Dolomit in der Thalsohle. Dann steigt er, wo man das Obere Gröden erreicht, allmälig wieder als Bank an den Wänden an und unter ihm tritt zum zweiten Mal die untere Trias hervor und gestaltet sich mehr und mehr in Form einer aufgebrochenen Welle, die am Ferrara-Berg (Fig. 3) ihre vollendetste Gestalt erreicht. Indem nun die höheren Schichten an den Abhängen hinanziehen, fassen sie die Thalweitung gabelförmig ein. Der südliche Zweig wurde soeben am Gäns-Alpl beschrieben; seine Schichten fallen dort nach Südwest; es zeigt sich dort die ausserordentliche Entwickelung einer Gruppe von Conglomeräten, unter denen die Mendola- und Buchensteiner Schichten und ihr Liegendes, die Gehänge der unteren Trias, folgen. Der nördliche Zweig fällt nach Nordost und verschwindet bald unter dem Dolomit des Col delle Pierres. Der Bach des „Langen Thals" hat diesen nordöstlich fallenden Zweig und überhaupt die ganze Hebungswelle durchbrochen, den Kanal in bedeutender Breite ausgewaschen und mit den Geröllen aus dem Dolomitgebirge erfüllt. So schuf er eine Alluvialebene, auf welcher Santa Maria liegt. Unmittelbar bei der Kirche erheben sich schwarze Augitporphyr-Felsen, welche die von Nordwest nach Südost gerichtete Axe der Hebungswelle bezeichnen. Die beiden Thäler, welche sich nach dem Grödner Jöchl hinaufziehen, sind dieser Axe parallel. Sie sind das wesentlichste Element zum Verständniss des gesammten Gebirgsbaues, daher wir sie zuerst betrachten.

Grödner Jöchl [1]). Zwei Wege führen von Santa Maria nach dem Grödner Jöchl, jeder in einem der beiden Thäler an den Seiten der Welle aufwärts. Das folgende Profil, welches beide Thäler in mittlerer Höhe durchschneidet, reicht zur Erklärung des ziemlich einfachen Baues hin und zeigt, dass dieselbe keineswegs ein so verwickeltes Problem sei, wie aus allen vorhandenen Darstellungen dieses berühmten Jochüberganges hervorgehen würde. Besonders klar wird der Bau, wenn wir noch das folgende Profil des Jochüberganges selbst hinzufügen.



1) Seisser Schichten — 2) Campiler Schichten — 3) Virgloria-Kalk — 4) Mendola-Dolomit — 5) Augitporphyr — 6) Eruptivtuffe und Conglomerate — 7) Sedimentärtuffe — 8) Schlern-Dolomit.

[1]) Das Joch heisst auf der Grödner Seite „Colfuschker Joch", im Enneberg „Grödner Joch".



7) Sedimentärtuffe — 8) Schlern-Dolomit.

Man erkennt leicht, dass in letzterem, welches nur eine Stunde weiter östlich ist, die Glieder der unteren Trias unter den Tuffen verschwunden sind; diese ziehen ungefähr in der Höhe, welche sie am Ferrara-Berg erreichen, und mit derselben geringen Neigung darüber hinweg. Steigt man daher vom Pass den gewöhnlicheren südlichen Weg hinab, so geht man lange über wohlgeschichtete *Sedimentärtuffe*, unter denen *Eruptivtuffe* folgen. Dolomitgeröll vom Schlern-Dolomit des Pissada-Spitz verdeckt häufig die Schichtenfolge. Die Gehänge sind bis hieher sanft und mit Wiesen bedeckt; plötzlich eröffnet sich mit einigen stufenförmigen Absätzen eine bewaldete Schlucht. Ihr oberer Rand besteht aus *Buchensteiner Schichten*, *Dolomit* und *Virgloria-Kalk*. Darunter folgen die *Campiler* und endlich die *Seisser* Schichten. Jedes dieser Formationsglieder wird von den Thalwänden in steilen Gehängen, von der Thalsohle in einer langgestreckten, Schicht für Schicht klar aufschliessenden Linie durchschnitten. Das Fallen ist am Wege ungemein steil, so dass man fortwährend auf den Schichtenköpfen geht. An der jenseitigen rechten Thalwand, die sich über der tiefen Schlucht des Baches erhebt, sieht man dieselben Schichten wie am Wege, in höherem Niveau und mit entgegengesetztem, aber sanfterem Fallen. Man sieht dort eine mächtige Folge der Seisser Schichten sich aufthürmen, darüber die zwei Systeme der rothen Campiler Schichten, den Mendola-Dolomit, Buchensteiner Knollenkalke und Conglomerate in mächtiger Entwickelung. Die Fallrichtungen schwanken sehr; denn wiewol eine im Allgemeinen nordwest-südöstliche Streichrichtung der Welle nicht zu verkennen ist, senkt sich doch ihr Rücken bedeutend hinab, er ist durch eine zweite Hebung in seiner Mitte aufgebogen. Dadurch fallen die Schichten am Ferrara-Berg bald nach Nordwest und im untersten Theil des Thales fast ganz nach West.

Wo man das Gasthaus Plunn erreicht, befindet man sich in dem tiefsten Theil der welligen Aufbiegung, der ganz in *Seisser Schichten* liegt. Bis hieher war die Senkung des Thales steiler als die des Rückens der Welle, daher man trotz der letzteren in tiefere Schichten hinabstieg; jetzt erreicht man die flache, wenig geneigte Thalsohle, der Rücken der Welle fällt steiler als sie, daher gelangt man längs dem Abhang gegen S. Christina wieder in immer höhere Schichten.

Was nun die Fortsetzung des Profils in dem eben durchwanderten Bach nach den höheren Schichten zu betrifft, so gibt der Piesolina-Berg, welcher auf der obigen Figur (S. 195) angegeben ist, sie am besten zu erkennen. Es tritt an ihm eine mächtige Gangmasse von Augitporphyr über dem Mendola-Dolomit auf und bildet schroffe, für das schwarze Gestein charakteristische Gehänge. Man könnte ihn seiner Stellung im Schichtensysteme nach für eine Fortsetzung des Lagergangs der Seisser Alpe halten, allein dies ist er keineswegs; denn er ist von Eruptivtuffen bedeckt und mit ihnen durch Uebergänge verbunden. Diese Eruptivtuffe und Conglomerate sind nicht sehr mächtig; es folgen Sedimentärtuffe und dann Dolomit. Auf dem Pass am Grödner Jöchl lässt sich die Ueberlagerung der Tuffe durch den Dolomit ebenfalls auf das Klarste erkennen. Man sieht von hier aus die Grenzlinie vollkommen horizontal und ohne eine einzige Störung am Abhang hinziehen und ist geneigt, das Niveau, das die Tuffe jetzt einnehmen, für das ursprüngliche zu halten. Auf die höheren Theile des Dolomitgebirges kommen wir später zurück.

Wandert man in dem nördlicheren parallelen Thal nach dem Grödner Jöchl, so befindet man sich ganz im Augitporphyr-, Tuff- und Dolomitgebiet, da der Bach die liegenden Schichten nirgends entblösst. Man betritt bei Santa Maria das Thal an dem schon erwähnten schwarzen Augitporphyr-Felsen, welcher sich unweit der Kirche erhebt. Im Thal selbst bildet er eine langgezogene Wand im unteren Theil des südlichen Gehänges. Darüber bauen sich Eruptivtuffe und die grauwackenartigen Conglomerate des Gäns-Alpls, mit Sandsteinen und splittrigem Kalkstein wechselnd, auf. Die Schichtungslinien ziehen an der steilen Wand parallel der Thalsohle so lange aufwärts, als der quer aufgebogene Rücken der Hebungswelle steigt. Dann senken sie sich im obersten Theil des Thales wieder mit jenem allmälig herab; zuerst verschwindet der Augitporphyr, dann nach und nach die hangenden conglomeratischen Schichten, bis dann ganz auf der Höhe noch einmal Augitporphyr, von Reibungsconglomeraten, welche mit Kalkfragmenten erfüllt sind, begleitet, hervorbricht. Dann betritt man ein sanftes Wiesengelände, auf dem man allmälig zum Grödner Jöchl ansteigt. — So die südliche Thalwand. Die Sohle besteht zum Theil auch aus Augitporphyr, zum Theil aus Tuffen aller Art, meist aber ist sie von Trümmern bedeckt. Im Norden erhebt sich senkrecht die Dolomitwand, welche vom Krespena-Kofl herabzieht. Unendliche mit Wald bedeckte Haufwerke von Trümmern legen sich als ein hoher, Alles verhüllender Wall vor den Fuss. Erst auf der Höhe erkennt man wieder das alte Lagerungsverhältniss, dass der Dolomit auf den Sedimentärtuffen ruht.

Ueberblicken wir noch einmal den Bau des kleinen Gehänges zwischen Santa Maria und dem Grödner Jöchl, so gibt uns derselbe ein wichtiges Element zum Anhalt für die weitere Betrachtung. Wir sehen eine am Ferrara-Berg stark aufgebrochene Hebungswelle, deren Rücken sich nach Westen gegen S. Christina zu allmälig senkt und nach Osten bald unter die bedeckenden Tuffe abfällt. Die beiden Schenkel reichen unter zwei Dolomitmassive hinab, sind aber durch Tuffe von ihnen getrennt. Die wellige Aufbiegung der gesammten älteren Trias bis hinauf zum Mendola-Dolomit war bereits zu Anfang der Tuffperiode vorhanden; denn alle plutonischen Sedimente sind mit geringer Neigung, zum Theil söhlig, angelagert. Doch fand nach der Ablagerung der letzteren noch eine nachträgliche Hebung statt. Die unbedeutende Mächtigkeit der Tuffe, so weit sie zu Tage kommen, scheint zu beweisen, dass erst zu Ende der Periode ihrer Ablagerung, als bereits die allgemeine Senkung eintrat, der Rücken der Welle vom Meer überfluthet und nur von den letzten Tuffablagerungen bedeckt wurde. Auch die Eruptionen des Augitporphyrs von Santa Maria und dem Piesolina würden alsdann in eine spätere Periode fallen, gleichzeitig mit vielen untergeordneten Eruptionen im Gader-Thal und mit denen des Gäns-Alpls.

Evas-Bach — Sella-Joch. Wie das Grödner Jöchl Gröden mit dem Enneberg, so verbindet das Sella-Joch dasselbe mit dem obersten Gebiet des Fassathales. Beide Jochübergänge sind sanfte Einsattelungen im Tuff zwischen mächtigen Dolomitgebirgen und haben dadurch einen hohen landschaftlichen Reiz. Die verwitterten Sedimentärtuffe haben auf diesen freien Höhen, wo keine reissenden Gewässer sich in sie einwühlen, stets flachwellige Oberflächengestaltung, die, wo sie weit ausgedehnt ist, eintönig und ermüdend wirkt, im Contrast mit den nackten, starren Dolomitcolossen aber als ein wichtiges Moment zu der malerischen Schönheit dieser Landschaften beiträgt. Das Sella-Joch, eine flache Einsattelung zwischen den zwei mächtigsten Dolomitgebirgen, dem Langkofl und dem Pordoi-Gebirge, steht hier oben an.

Wollte man nach weiteren Beweisen für die eben aufgestellte Behauptung suchen, dass die Hebungswelle zwischen Santa Maria und dem Grödner Jöchl bereits zur Zeit des Tuffmeeres bestand und erst von dessen späteren Ablagerungen durch allmälige Senkung unter den Meeresspiegel bedeckt wurde, so ist nichts dazu so geeignet, als die ungeheure Mächtigkeit, welche die Sedimentärtuffe auf dem Weg von

Santa Maria nach dem Sella-Joch erreichen, also dicht neben jener welligen Aufbiegung, sowie der Umstand, dass sie mit ihrer Gesammtmasse von einem gleichen Niveau mit den Tuffen am Grödner Jöchl in ungleich grössere Tiefe hinabreichen. Steigt man von Santa Maria aus am Evas-Bach aufwärts, so befindet man sich bei Plunn noch in der unteren Trias. Allein bald beginnen nach der gesetzmässigen Zwischenlagerung von Dolomit und Conglomerat die Sedimentärtuffe und herrschen mit allgemein südlichem Fallen, das sich aber bald in ein südwestliches und südöstliches und endlich in ein westliches und östliches theilt, indem die Tuffe hier wie fast überall unter die grossen Dolomitmassive einfallen. Am Sella-Joch sieht man zu beiden Seiten ihre Ueberlagerung durch die letzteren sehr deutlich.

Das Lange Thal. Während uns das Thal des Evas-Baches zuerst durch tiefe Schluchten mit dunklen Gesteinswänden und dunklen Wäldern nach freieren, alpenbedeckten Höhen führte und nur weiterhin an den Seiten die Dolomitgebirge sich erheben, betreten wir im Langen Thal mit dem ersten Schritt furchtbar zerrissene, wilde Engen. Zwei mächtige Dolomitpfeiler erheben sich bereits am Eingang zu beiden Seiten; unter dem linken stehen auf einer Schutthalde des krystallinischen Gesteins die Ueberreste der Burg Wolkenstein, des Stammschlosses der gleichnamigen Grafen, in grossartiger, aber trauriger und wilder Lage. Bald erreicht man eine kleine Kapelle mit einem starken frischen Quell, dem einzigen in dem langen öden Thal. Dann verschwindet die Alluvialebene im Thalboden, die Wände treten näher zusammen und man betritt das Innere der Dolomitwelt, die sich hier in ihrer ganzen Grossartigkeit, Wildheit und Erhabenheit darstellt. Wenige Thäler sind so geeignet, einen wahren Begriff von der Natur dieses Gesteins zu geben. Die Schutthalden in der Tiefe sind bewaldet und ziehen sich als ein weisser Grus in jede Schlucht hinein. Darüber erheben sich die bleichen Wände, oben aufgelöst in Zacken und Thürme und jedem Pflanzenwuchs abhold. Während einem oder zwei Monaten des Jahres führt ein Jochsteig durch den Hintergrund dieses wilden Thales über die Zwischenköfl-Alp nach Campil im Enneberg. Die Jahreszeit machte es mir unmöglich, so weit vorzudringen. Wahrscheinlich aber erreicht man bald die Höhe des Schlern-Dolomites und dessen hangende Schichten. Zunächst müssten die Raibler Schichten folgen. In der That sieht man aus der Ferne den Vorsprung zwischen dem Krespena-Thal und dem Langen Thal mit rothen Schichten bedeckt wie am Schlern. Das Plateau derselben scheint vollkommen unzugänglich, denn allseitig fällt der Mendola-Dolomit mit senkrechten Wänden ab. In gleichem Niveau mit diesen rothen Schichten sieht man längs allen Abhängen des Gebirges und in allen Schluchten im Innern desselben eine sanfte Stufe auf den starren Mauern des Dolomits und darüber geschichtete kalkige Gesteine, welche meist Pyramiden mit treppenförmigen Abhängen bilden. Man sieht dies deutlich vom Grödner Jöchl aus am Krespena-Kofl, der oben eine solche Pyramide trägt. Hier ist die Höhe des Sandsteins über dem Joch nicht bedeutend. Vom Grund des Langen Thales, wo man sich beinahe 2000 Fuss tiefer befindet, steigen auch die Wände des Schlern-Dolomits zu einer entsprechend grössern Höhe an. Auch dies gibt wiederum einen Beleg für die Entstehung des Schlern-Dolomits durch den Riffbau von Korallen; denn am Grunde des Gesteins, wo es den Tuffen auflagert, finden wir so bedeutende Höhenunterschiede, während die Grenzlinie der oberen Fläche eines und desselben Riffes sich ungefähr horizontal um alle Abhänge herumzieht und von den weichen Sandsteinen in einer vollkommen söhligen Ablagerung bedeckt wird. Auch hier sprechen alle Erscheinungen für eine allmälige Senkung, während der die Korallen bauten. Sie muss noch fortgedauert haben, als sich das Hangende der Raibler Schichten, die geschichteten Dachstein-Dolomite und Kalke des unteren Lias auf der Höhe des Riffes absetzten. Sie bilden wahrscheinlich den Hintergrund des Langen Thals und den Pass nach der Zwischenköfl-Alp.

Höhe zwischen Santa Maria und Tschisler Bach. Wie die Auflagerungslinie des Dolomits auf die Tuffe von der Tiefe des Langen Thals östlich nach der Höhe des Grödner Jöchls hinanzieht, so steigt sie auch nach Nordwest am Abhang hinauf und bleibt im jenseitigen Thal des Tschisler Baches in bedeutender Höhe. Die liegenden Schichten bieten hier ein besonderes Interesse.

Steigt man von den Runggatsch-Häusern (an der Mündung des Tschisler Baches in den Grödner Bach) am nordöstlichen Gehänge aufwärts, so befindet man sich Anfangs noch auf Schichten der *unteren Trias.* Der dunkle *Virgloria-Kalk* ist wie immer sehr untergeordnet, der *Dolomit* wächst zu bedeutender Mächtigkeit an. Ueber ihm folgen, von Wald bewachsen und selten Aufschlüsse bietend, aber offenbar gleichfalls ungewöhnlich mächtig, die *Buchensteiner Kalke* mit Feuerstein und andere Conglomerate, darauf sehr ausgezeichnete *Halobien-Schichten* mit grossen Halobien. Nun folgt *Augitporphyr.* Nirgends wol zeigt sich sein späteres gangförmiges Eindringen so deutlich wie hier. Er hat die Schichten zerbrochen, grosse Stücke eingeschlossen und Reibungsconglomerate gebildet. Höher hinauf folgen *Sedimentärtuffe,* auf denen die höchsten Ansiedelungen des Grödner Thales stehen. Das System ist nicht mächtig entwickelt und trägt bald den Dolomit des Col delle Pierres. Es ist leicht ersichtlich, dass, wie diese ganze Schichtenfolge eine Fortsetzung der von der Seisser Alp beschriebenen ist, so auch der Lagergang des Augitporphyrs ein Theil von dem dort beschriebenen ist und nur durch die Auswaschung des Grödner Thales davon getrennt wurde. Im oberen Tschisler Thal ruht, wie am Westabhang des Schlern, der obere Trias-Dolomit unmittelbar auf dem unteren. Der letztere steigt mit der gesammten unteren Trias zu solcher Höhe an, dass er als Festland aus dem Tuffmeer hervorragte und erst bei der Bildung der Korallenriffe sich senkte. Es ist also hier ein neuer und wichtiger Uferpunkt des Tuffmeeres gegeben.

Nordgehänge im mittleren Gröden.

Die Gehänge, welche sich von St. Ulrich und S. Christina zwischen Tschisler Bach und Kuetschena-Bach nach den höheren Gebirgen hinaufziehen, sind besonders durch Eine Erscheinung ausgezeichnet. Es ist das zweimalige Auftreten fast der gesammten älteren Trias über einander. Die Anordnung des unteren Systems ist durch die Erstreckung der Mendola-Dolomitbank von S. Christina gegen Nordwest und das Auftreten von Campiler, gypsführenden Seisser und mächtig entwickelten Grödner Schichten unter derselben leicht auf der Karte ersichtlich; es fällt mit geringer Neigung nach Nordost. Ueber dem Mendola-Dolomit tritt die bedeutende Augitporphyrmasse von S. Christina auf, welche besonders nach dem Tschisler Thal weit fortsetzt; Tuffe beobachtete ich nicht. Dagegen erreicht man hier hoch über dem Thal ein breites, flaches Weideland, welches aus Seisser Schichten besteht. Es setzt fort in den Campiler Schichten, welche um die Gehänge des Kuetschena-Baches ziehen und hier am Abhang des Solschedia besonders reich an Versteinerungen sind. Am Pitsch-Berg bilden sie steile rothe Gehänge, die Schichten lagern beinahe horizontal. Ueber ihnen erhebt sich der weisse Mendola-Dolomit, der eine bedeutende Entwickelung erreicht und am Westabhang des Solschedia reich an den oft genannten crinoidenstielähnlichen Gebilden ist.

Dieses Lagerungsverhältniss dürfte auf eine Berstung in der Richtung von NW. nach SO. und eine Ueberschiebung des nördlichen Theils über den südlichen zurückzuführen sein, welche der Epoche der plötzlichen Hebung nach der Ablagerung des Mendola-Dolomits angehört; doch könnte man es auch durch eine sehr bedeutende Faltung des Schichtensystems erklären. Am Grund des Kuetschena-Thales ist von dieser gewaltsamen Schichtungsstörung nichts zu bemerken; ruhig lagert der Grödner Sandstein dem Quarzporphyr auf und zieht mit seinem Hangenden, den gypsführenden Seisser Schichten, über das Joch nach dem Casaril-Bach. Um so gewaltsamer sind davon die Lagerungsverhältnisse am Tschisler

Bach betroffen. Im Hintergrund dieses Thals, den ich nur von höheren Punkten am Unterlauf beobachtete, scheinen noch mehrere ähnliche Störungen ihre Spuren hinterlassen zu haben.

b. Gebiet des Gader-Thales.

Wir wenden uns zu dem verzweigten Thalgebiet der Gader und wieder begegnet uns ein überwältigender Formenwechsel und eine Manchfaltigkeit in der Formationsentwickelung, die ohne eine umfassendere Uebersicht der geologischen Verhältnisse in weiterem Umkreise schwer zu enträthseln wäre. Jede Thalstrecke bietet ihre Eigenthümlichkeiten und ist in ihrer Art individualisirt; denn es ist eine hervorragende Eigenschaft des südöstlichen Tyrols, dass der Charakter der Individualisirung des ganzen Gebietes sich in den kleinsten Theilen wiederholt. Die untere Thalstrecke liegt, wie wir im orographischen Theil bereits allgemein andeuteten, im Thonglimmerschiefer, die obere in Sedimentärtuffen; zwischen beiden folgt die ganze Formationsreihe vom Grödner Sandstein bis zu den Buchensteiner Schichten, wie wir sie am Pufler Bach kennen lernten, in ausserordentlicher Mächtigkeit, während die Dolomite und Kalke, welche auch dort über den Tuffen lagern, hoch über den sanfteren Gehängen mit wilden mauerförmigen Abstürzen das Thal zu beiden Seiten begleiten. Ueberall ziehen die Tuffe mit weidereicher, einförmiger Oberfläche unter den colossalen Felsmassen hinweg und kommen stets wieder zum Vorschein, wo deren Wände tief genug hinabreichen. Bei weitem die grösste Abwechselung bietet sich in jener Strecke, wo die untere Trias sich auf dem Thonglimmerschiefer aufbaut, bis man darüber das Tuffplateau erreicht. Wir betrachten zuerst diesen Theil, die nördliche Vorlage des Plateau's, und zwar längs dem gesammten Thonglimmerschiefer-Gebirge vom oberen Afferer Thal bis zur Hoch-Alpe; die deutlichsten Aufschlüsse bietet das Hauptthal, von dem wir ausgehen.

Gegend von Sanct Martin, Sanct Vigil und Wengen.

Der untere Theil des Gader-Thales ist eine charakteristische Landschaft des *Thonglimmerschiefers.* Der Bach hat sich ein enges und tiefes Bett in dem leicht zerstörbaren und doch nicht nachbröckelnden Gestein gegraben, darüber breitet sich eine sanfte, muldenförmige Fläche aus, auf der Dörfer mit Wäldern und Feldern abwechseln, bis steilere waldige Abhänge zu beiden Seiten nach der Hochgebirgsstufe ansteigen. Diese breitet sich wellig und mit Alpen bedeckt darüber aus. Der Weg von Sanct Lorenzen aus windet sich bald nach der Höhe hinan und erreicht das Dorf Onach in jenem flachen, muldenförmigen Thal hoch über dem Bett des Flusses. In weiten Bogen umzieht er die tief eingreifenden Schluchten. Bei Wälsch-Ellen kommt man zu der ersten grösseren Verzweigung des Thales. Unterhalb des Dorfes mündet von Osten der Vigil-Bach, oberhalb desselben von West der Untermojer Bach. Noch befindet man sich im Gebiet der dunklen schuppigen Thonglimmerschiefer, allein in jedem Bach erreicht man bald die ersten Sedimente der Trias in den versteinerungsleeren *Grödner Sandsteinen.* Im Untermojer Thal erscheinen sie bei den obersten Häusern des Bades Untermoj, im Hauptthal bei Piccolein, im Vigiler Thal unmittelbar bei Sanct Vigil. Die Landschaft ändert sich damit vollkommen. Bis hieher waren die menschlichen Ansiedelungen bis auf die bewaldeten Höhen zerstreut, Dörfer dehnen sich allenthalben auf den verschiedenen Stufen aus, die Bevölkerung ist, so weit der Thonglimmerschiefer reicht, durchaus deutsch und die Menge alter Rittersitze und Stammschlösser von bekannten Tyroler Geschlechtern beweisen, wie sie sich stets auf einer höhern Culturstufe gehalten hat. Mit den Schichtgebirgen ändert sich die Sprache, der Volksstamm, der physiognomische Charakter des Thales. Die Dörfer ziehen sich in die Tiefe und selten nur trifft man eins derselben auf einer höhern, seitwärts gelegenen Stufe; die Thäler verzweigen sich mehrfach und greifen tief in das Innerste der Schichtgebirge ein; sie schliessen den Bau derselben allerdings dadurch auf, aber sie machen ihn zugleich

complicirter. Wir werfen daher zum bessern Verständniss einen Blick auf die allgemeine Gestaltung des Gebirgsbaues, um daran die Betrachtung der Einzelnheiten anzuknüpfen.

Die *Grödner Sandsteine* schmiegen sich allen ursprünglichen Unebenheiten des Thonglimmerschiefers vollkommen an und wachsen daher dort, wo früher Mulden waren, plötzlich zu bedeutender Mächtigkeit an, die Oberfläche aber lässt auf ein ziemlich ebenflächiges Niveau nach der Ablagerung schliessen. Darauf erhebt sich das System von *Seisser Schichten, Campiler Schichten, Virgloria-Kalk, Mendola-Dolomit* und den ersten *Buchensteiner Kalken* mit beinahe gleichbleibender Mächtigkeit. Dieser ganze Schichtencomplex hat nach einer völlig ungestörten Ablagerung bedeutende Faltungen und gewaltsame Dislocationen erlitten. Dann folgte die Ablagerung der Halobien-Schichten und Sedimentärtuffe, die sich ungleichförmig den vorigen anlegen, die Unebenheiten ausfüllen und an ihrer Oberfläche eben sind. Periodische Durchbrüche von Augitporphyr haben die Ablagerungen unterbrochen und einen Wechsel des Gesteins hervorgerufen. Wo nun Thäler in die Tiefe hinabsetzen, da haben sie die aufgelagerten Tuffe durchschnitten und den davon unabhängigen Schichtenbau der tieferen Formationsglieder blossgelegt, ein Gebirge unter dem Gebirge. Wo sie sich in der Tiefe vereinigen, da liegt der Zusammenfluss in diesen älteren Gliedern, während die höheren auf- und angelagerten Tuffe zur Seite regelmässig aufgebaute Plateaux über den Thalwänden des älteren Gebirges bilden und bei dem spitzwinkligen Zusammenfluss der Thäler hoch über deren Vereinigungsstelle abgeschnitten sind, so dass sie sich auf der geognostischen Karte als weit vorgeschobene Lappen oder als allseitig isolirte Auflagerungen darstellen. Selten nur ragen die älteren Gebirge, wie östlich von Wengen und östlich von Sanct Vigil, als Inseln des Tuffmeeres aus den Ablagerungen des letzteren hervor. Die Dolomite und Kalke zeichnen wie überall so auch hier die Oberflächengestaltung zu Ende dieser Periode auf das Deutlichste, indem sie mit ihrer Sohle über die Tuffe und jene Inseln hinwegziehen, daher bald jenen, bald unmittelbar dem Mendola-Dolomit aufgelagert sind. Der Weg durch das Hauptthal zeigt bereits den grössten Theil der angegebenen Verhältnisse.

Hauptthal der Gader von Piccolein bis zur Costa-Mühle. Den Namen Piccolein führt eine kleine Häusergruppe im Thalgrund, an der Grenze von Thonglimmerschiefer und Grödner Sandstein; sie ist der geeignetste Ausgangspunkt für die nächste Umgegend. Rechts kommt eine tiefe und wilde Schlucht herab, deren kahle Wände sich bis auf die Höhe des Scheiderückens gegen das Sanct Vigiler Thal hinanziehen. Den Grund dieser tiefgreifenden Schichtenzerstörung erkennt man bald in einer Menge von Gypsstücken, welche der Bach in seinem Trümmermeer herabführt. Die nördliche Wand der Schlucht besteht aus *Thonglimmerschiefer,* dem mit steilem Südfallen die *rothen* und *weissen Sandsteine* angelagert sind. Ihre Mächtigkeit ist hier unbedeutend. Bald beginnen kalkige Mergel, welche schon den *Seisser Schichten* angehören, und damit treten mächtige *Gyps*-Einlagerungen auf, welche den wüstesten Theil der Wände bilden. Die Seisser Schichten setzen dann mit gleich steilem Fallen am Kor-Spitz fort, wo wir sie später verfolgen. — Bleibt man von Piccolein aus in der Thalsohle, so sieht man, wie die am Gehänge steil fallenden Sandsteinschichten sich zu einer sanfteren südlichen Neigung umbiegen. Zugleich wächst hier ihre Mächtigkeit bedeutend an und man durchschneidet auf dem gut gebahnten Wege Schicht für Schicht der deutlich aufgeschlossenen Formation. Zuerst sind es rothe Sandsteine, wie im Grödner Thal, darauf folgen weisse dickbankige, endlich noch einmal hochroth gefärbte Sandsteine. Die Höhe der steilen rechten Thalwand wird längst von anderen Schichten eingenommen, während auf der flacheren linken Seite das Dorf Sanct Martin auf rothem Sandstein steht. Endlich durchziehen mit derselben geringen südlichen Neigung die höheren Schichten das Thal; die Grenze ist scharf. Es erscheinen die oben genannten schwärzlich grauen Kalke mit weissen Kalkspathadern, Gesteine, welche vollständig vielen

Grauwackekalken gleichen und, wie erwähnt, wahrscheinlich zur Angabe von „unterem Alpenkalk" auf der geognostischen Karte des montanistischen Vereins Veranlassung gaben. Sie weichen von allen Gesteinen der Seisser Schichten, welche wir im Vorigen kennen lernten, so auffallend ab, dass sie Anfangs der Interpretation Schwierigkeit bieten. Die Mächtigkeit ist überaus gross und wird besonders an den Wänden bei der Einmündung des Campiler Baches ersichtlich. Sie wird anscheinend dadurch noch bedeutender, dass das ganze System sich zu dem entgegengesetzten Fallen umbiegt, aber nur um bald darauf wieder um so steiler nach Süden zu fallen. Jetzt erst kommt man zu den oberen Theilen desselben. Es erscheinen tief-schwarze, stark bituminöse Kalke, dann graue mergelige Kalke und diesen eingelagert graue dünnschieferige Zwischenschichten mit den typischen Versteinerungen der Seisser Schichten. Von jetzt an behalten die letztern ihren gewöhnlichen Charakter. Bei der Mündung eines von Osten herabkommenden kleinen Baches erscheinen die ersten hochrothen Mergel der *Campiler Schichten.* In ihnen zweigt sich links ein kleiner, sehr lehrreicher Fussweg ab, welcher nach Wengen führt. Bleibt man in der Thalsohle, so ist auch weiterhin Alles vortrefflich entblösst. Es folgen die grauen und gelben Zwischenschichten mit einem grossen Reichthum an Versteinerungen, dann die obere rothe Abtheilung, wie in allen dem Strande nahe gelegenen Theilen mit groben rothen Conglomeraten endigend. Mit stetem Südfallen schliessen sich ihnen die bituminösen *Virgloria-Kalke,* die *Mendola-Schichten,* welche hier gar nicht dolomitisch sind, sondern als reine Kalke auftreten, endlich äusserst charakteristisch entwickelte Buchensteiner Knollenkalke und mit ihnen mächtige Conglomeratbänke an. Der Fallwinkel nimmt ab und die letzten Kalkbänke ziehen fast söhlig fort bis Pederova, einem einzelnen Wirthshaus mit einer Mühle an der Mündung des von Wengen herabkommenden Thales. Das Nordgehänge des letzteren ist bei Pederova sehr sanft, entsprechend dem geringen Fallwinkel; es sind hier deutlich die Wenger Schiefer mit *Halobia Lommeli* und Sedimentärtuffen aufgelagert. Allein im Süden erhebt sich eine mächtige Wand, welche dem Wenger Thal entlang fortzieht und mit ihrem schneidigen Vorsprung auch das Hauptthal bei Pederova verengt; denn die Gebirgsmasse, welche sie abschneidet, fällt gegen die Gader mit gleicher Steilheit ab und öffnet sich nur in einzelnen engen Schluchten. Ein Blick von Norden her auf die Wand des Wenger Thales zeigt, dass das ganze Schichtensystem, welches man mit allmäligem Südfallen und einer einzigen welligen Aufbiegung in der Mitte bisher durchwandert hat, hier plötzlich in einem höheren Niveau und gleichfalls mit südlichem Fallen wieder erscheint; es ist eine überaus klare und bedeutende Verwerfung. Die beiden rothen Bänder der Campiler Schichten ziehen lang am Abhang hin, über ihnen der riffartige Vorsprung der Mendola-Kalke, unter ihnen die grauen Mergelkalke der Seisser Schichten; der Fuss der Wand ist in Schutt gehüllt.

Diese Verwerfung bildet ein wichtiges Moment im Gebirgsbau der Gegend. Sie findet nur parallel der Einen Spalte statt, welcher entlang der südliche Theil um beinahe tausend Fuss gegen den nördlichen gehoben ist. Er senkt sich dann weiter nach Süden ebenso allmälig wie jener und man begegnet von nun an keiner Verwerfung mehr. Steigt man von Pederova aus an der Wand hinauf, so trifft man zu unterst die Seisser Schichten in ihrer ganzen Manchfaltigkeit, die Conglomerate der Campiler Schichten sind ungewöhnlich mächtig. Darüber erreicht man die grauen Kalke der hier vereinigten Systeme von Virgloria- und Mendola-Schichten, darauf Conglomerate mit und ohne Hornstein in dicken Bänken und sehr mächtig. Ueber ihnen folgen schwarze tuffige Kalkschiefer mit sparsamen Halobien und dann die Sedimentärtuffe.

Wandert man von Pederova im Thale aufwärts den genussreichen Weg nach der Costa-Mühle, so durchschneidet man, wie sich erwarten lässt, dasselbe Profil wie am Abhang, aber in lang ausgedehnter Folge und mit mehrfachen welligen Aufbiegungen. Zuerst fallen die Schichten südlich, dann erheben sie

sich mit umgekehrtem Fallen wieder aus dem Thal und dies wechselt einige Male, bis sie mit fast senkrechter Neigung Schicht für Schicht im Thalboden verschwinden. Dann folgen ihnen die angelagerten Tuffe, wie dort auf der Höhe über Pederova, aber hier, wie es scheint, ohne Halobien-Schiefer. Bald darauf erreicht man den berühmten Augitporphyr-Durchbruch an der Costa-Mühle.

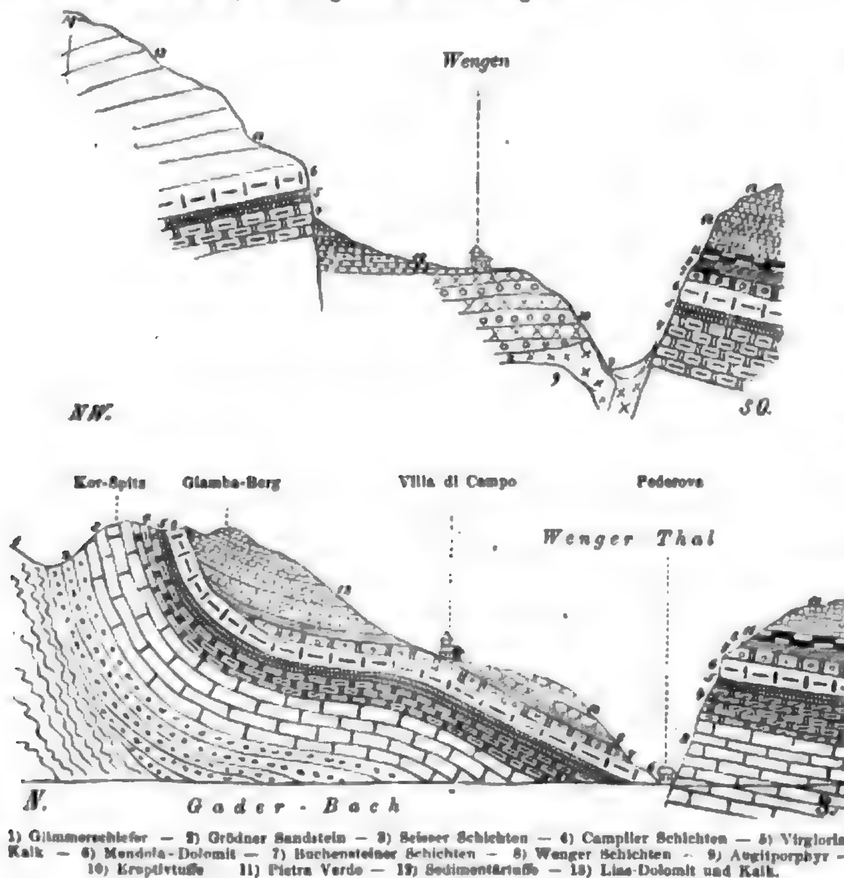
Während dieser Schichtenbau mit grosser Klarheit an den Thalwänden entblösst ist, werden die Höhen schon längst von den Tuffen eingenommen, die, wie wir sahen, nur einmal die Thalsohle beinahe erreichen. Wir verfolgen zuerst die beschriebenen Schichtensysteme nach den östlich angrenzenden Thälern, um uns dann den mit Tuffen bedeckten Höhen bei Wengen zuzuwenden.

Kor-Spitz — Giamba-Berg. Der gewöhnliche Weg von Piccolein nach St. Vigil führt nördlich von der vorhin erwähnten tiefen gypsreichen Auswaschung vorüber und liegt nur im Thonglimmerschiefer. Steigt man aber am Rand der südlichen Wand jener Schlucht hinan, so erreicht man bald die Seisser Schichten, welche auf dem Gipfel des Kor-Spitz *Posidonomya Clarai* führen. Nördlich sieht man tief hinunter in den Gypstobl und darüber hinaus auf die Schieferberge; südlich schliesst sich dem Kor-Spitz ein längerer Bergrücken mit mehreren kleinen Gipfeln an. Seine Höhenlinie ist zugleich eine vortreffliche Profillinie der Schichten; denn da letztere nach Süd-Süd-Ost fallen, so werden sie von der Höhenlinie beinahe rechtwinklig durchschnitten. Die Seisser Schichten sind zum Theil ausserordentlich bituminös, selbst asphaltisch. Man erreicht weiter südlich vorschreitend auf den ersten vier Gipfeln nach und nach alle Schichten, welche auch im Thal entblösst sind, bis zu den Tuffen. Das Fallen ist überaus steil. Erst die Tuffe weichen wie gewöhnlich ab, sie sind flach angelagert. Allein ihre Schichtung ist vielfach durch Augitporphyr-Eruptionen gestört. Aus ihnen besteht der Giamba-Berg. Steigt man von demselben abwärts nach Sanct Vigil, so durchschreitet man umgekehrt die Schichtenfolge von oben nach unten, allein keineswegs, wie oft angenommen wurde, in wirrer Unordnung, sondern in der grössten Regelmässigkeit.

Wengen. Das kleine Dorf Wengen liegt auf der Fortsetzung der Tuffe des Giamba-Berges. Der Gebirgsbau ist nach dem Vorhergehenden sehr leicht verständlich. Von Norden her gelangten wir zu diesen Tuffen über den Grat des Kor-Spitz und überschritten die Schichtenköpfe der steil fallenden regelmässigen Triasfolge. Die Tuffe erwiesen sich als angelagert. Steigt man aber aus der Tiefe des Gader-Thales am Abhang nach Wengen hinauf, so überschreitet man dasselbe System wie dort, aber mit geringerer Neigung, und erreicht die angelagerten Tuffe schon vor dem Dorf Villa di Campo. Wendet man sich von Wengen gegen Süden, so steht man bald vor der Wand, welche aus der Verwerfungsspalte im Wenger Thal aufsteigt; das ganze System ist somit abgeschnitten und findet eine natürliche Begrenzung. Etwas weiter östlich jedoch füllen die Tuffe Alles aus, verbreiten sich über die Wand hinweg und man geht ununterbrochen auf Tuffen bis nach Heiligen-Kreuz. Im Osten von Wengen sind die Verhältnisse nicht mehr so klar. Bei Spessa sieht man zwar vollständig der Ordnung gemäss die Tuffe von einer Dolomitbank überlagert, die sich nach Heiligen-Kreuz hinzieht und nördlich am Pares-Berg fortsetzt. Allein auf der Höhe über Wengen erscheint eine zweite Bank von Kalk und Dolomit, welche sich mit steilem Abfall über die Tuffe erhebt, auf kurze Erstreckung als das Liegende von jener; sie nimmt zu dem höhern Dolomit genau die Stellung ein, welche oft der Mendola-Dolomit dem Schlern-Dolomit gegenüber hat. Dass die Bank in der That dem erstern Formationsglied entspricht, zeigt sich am deutlichsten, wenn man von Wengen in nordöstlicher Richtung an dem Fuss der Wand hingeht; es zieht sich dort ihr entlang eine Schlucht und in deren Tiefe erscheinen, dreiviertel Stunden von Wengen entfernt, die entschiedensten rothen Campiler Schichten mit charakteristischen Versteinerungen; über ihnen folgen die dunklen, knollig zerklüftenden Virgloria-Kalke und dann das ganze System der Mendola-

Kalke, welche hier von jenen nicht scharf abgegrenzt sind. Längs dem ganzen Abhang sieht man die Tuffe auf das Deutlichste der Steilwand angelagert, sie hat also schon damals als Riff hervorgeragt, und zwar bis über die Meeresfläche; denn die Höhe trägt keine Tuffe.

Der Meeresboden bei Wengen zu Anfang der Tuffperiode lässt sich hiernach in seiner allgemeinen Gestalt darstellen. Das nördliche Ufer verlief in gerader Linie unter dem Schlern-Dolomit des Ruefen-Bergs und Peutler Kofls, wahrscheinlich auch über den Kor-Spitz hinweg nach dem westlichen Theil des Drei-Finger-Spitz, und war durchaus von Mendola-Schichten gebildet, welche an der Küste steil, weiterhin flacher nach Süden fielen. Sie waren der damalige Meeresboden und gaben ihm hier eine halbmuldenförmige Gestalt mit schnell wachsender Tiefe. In der Nähe von Wengen hatte dieser Meeresboden eine kleine wellige Aufbiegung gegen Nordwest; sie ist in der Tiefe des Gader-Thales aufgeschlossen; es war ferner südwestlich von dem jetzigen Dorf eine NW.-SO. gerichtete Verwerfungsspalte, längs welcher der südliche Theil zu einer 1000 Fuss hohen Mauer erhoben war; diese war gleichfalls noch vollständig unter der Oberfläche des Meeres, denn die Tuffe lagern hoch über den höchsten gehobenen Schichten dieser Mauer. Eine zweite ähnliche und ebenso gerichtete Verwerfungsspalte war nordöstlich von Wengen. Dieser entlang war der nördliche Theil gehoben, und zwar bis über die Wasserfläche, da seine Mendola-Schichten von keinen Tuffen bedeckt sind. Diese beiden Riffe nun schlossen bei Wengen einen tiefen Theil des Meeres ein, wie folgende Profile zeigen:



1) Glimmerschiefer — 2) Grödner Sandstein — 3) Seisser Schichten — 4) Campiler Schichten — 5) Virgloria-Kalk — 6) Mendola-Dolomit — 7) Buchensteiner Schichten — 8) Wenger Schichten — 9) Augitporphyr — 10) Eruptivtuffe 11) Pietra Verde — 12) Sedimentärtuffe — 13) Lias-Dolomit und Kalk.

Die Tiefe nahm in dem Kanal zwischen den beiden Wänden nach Nordwesten ab, nach Südost zu.

Mit dieser Bodengestaltung, die wir aus sicher gegebenen Elementen construirt haben, hängt nun die ganze Geschichte der *Tuffablagerungen von Wengen* zusammen. Das unterste Glied sind die *Buchensteiner Kalke.* Sie sind in allen höher gelegenen Theilen des Nordufers, wo die Neigung steiler ist, von geringer Mächtigkeit, wachsen aber in den tiefern und weniger geneigten Theilen des damaligen Meeresbodens bedeutend an. So sind sie am Grat des G i a m b a - Berges wenig entwickelt, an den tieferen Gehängen desselben aber gegen das R a u h t h a l nehmen sie bedeutend an Mächtigkeit zu.

Noch mehr ist dies am westlichen Gehänge der Fall, wenn man gegen Villa di Campo hinabsteigt. Die Neigung der liegenden Schichten wird hier allmälig äusserst gering, damit nimmt die Entwickelung der Buchensteiner Kalke zu, und wo sie in der Gegend von Pederova in dem tiefsten zugänglichen Theil des alten Meeresbodens auftreten, besitzen sie eine ungewöhnliche verticale Ausdehnung und bestehen aus Kalk mit Hornstein und groben Kalkconglomeraten. Aehnlich ist die Mächtigkeit auf der Höhe südöstlich von Pederova, wo die liegenden Schichten söhlig lagern. Sie bleibt in dieser Weise bis zur Costa-Mühle. Die Art und Weise, wie die Mächtigkeit dieses Formationsgliedes wechselt, würde also an und für sich als Beweis genügen, dass der Meeresboden damals die angedeutete Gestalt hatte, wie sie durch den Verlauf der Mendola-Schichten bezeichnet wird.

Die *Wenger Schichten* haben hier ihre charakteristischeste Ausbildung und daher zu dem Namen Veranlassung gegeben. Sie finden sich allenthalben über den vorigen Gesteinen. Am Grat des Giamba-Berges bemerkte ich sie nicht, doch dürften sie hier kaum ganz fehlen, da sie auch über Wengen so mächtig sind; sehr entwickelt traf ich sie noch am Abhang gegen Villa di Campo und Pederova. Auch in der Tiefe bei letzterem Ort fehlen sie nicht, führen aber keine Halobia, während auf der Höhe des verworfenen Theils die Schichten mächtig und diese Muscheln häufig sind; hier gesellen sich ihnen in der Tiefe bei Pederova Zwischenschichten von Pietra Verde zu, theils dünnschiefrig, theils dickschichtig, sandsteinartig und homogen.

Ausserdem findet man die Wenger Schiefer auch höher hinauf in dieser Gegend häufig wieder; sie wechseln dann mit Sedimentär- und selbst mit Eruptivtuffen, wie man dies in unmittelbarer Nähe vom Dorfe an einem kleinen, nordöstlich gelegenen Wasserfall auf das Deutlichste beobachten kann.

Die *Eruptivtuffe* haben bei Wengen ein eigenthümliches Verhalten. Man findet sie, zum Theil mit Strömen und Gängen von Augitporphyr, in der Tiefe des Thales. Bei Pederova folgen sie bald über den Wenger Schichten mit Pietra Verde und einer kleinen Reihe von Sedimentärtuffen, in denen die Pietra Verde fortsetzt. Von nun an ist das Bett des Baches bis hinauf nach Spessa ganz in Eruptivtuffe eingegraben. Zur Seite stehen sie in mächtigen Felsen und steilen Wänden an. Am südlichen Thalgehänge erhebt sich die mächtigste Masse von Augitporphyr mit diesen Eruptivtuffen an dem Wege, welcher Wengen mit Heiligen-Kreuz verbindet. An dem nördlichen Abhang sind sie am stärksten in den tiefsten Theilen vertreten und kommen erst bei Wengen bis auf die Höhe hinauf; die Kirche von S. Barbara steht auf einem felsigen Vorsprung dieser Gesteine. Auch auf dem Rücken des Giamba-Berges bin ich noch einmal entschiedenen Eruptivtuffen begegnet. Die Gesteine wechseln hier allenthalben in einer so manchfaltigen Weise, wie dies kaum an einem anderen Orte wiederkehrt. Man könnte unzählige Handstücke schlagen, von denen keines dem andern gleichen würde und die ihrem äusseren Ansehen nach eine ganze Reihe von eruptiven Gesteinen repräsentiren könnten. Dennoch sind sie geschichtet, wenn auch oft nur in unvollkommenen und unregelmässigen dicken Bänken und Lagermassen übereinander gethürmt. Häufig sind Conglomerate mit der verschiedensten Grundmasse; die Bruchstücke sind theils Augitporphyr, theils ältere Conglomerate und andere Tuffe, theils Kalk; letzterer ist besonders dann, wenn er Hornsteinknollen führt, seinem Ursprung nach leicht kenntlich. Alle diese Gesteine folgen ohne ein Gesetz in bunter Reihe übereinander, wechseln mehrfach und zeigen sehr gestörte Schichtungsverhältnisse. Oft ist der ganze Complex gebogen und andere Eruptivtuffe angelagert, oft verwirft ein Gang von Augitporphyr die Gesteinsreihe; mitten darin findet man nicht selten als Zeichen einer zeitweiligen Ruhe eine kleine Ablagerung von Wenger Schichten mit Halobien; aber wie diese Thiere mit dem Eintritt der Ruhe erscheinen, so verschwinden sie wieder, sobald aufs Neue die vulcanische Thätigkeit in der Ablagerung von Eruptivtuffen fortfährt.

Wirft man einen Blick auf das Verhältniss der Verbreitung dieser Eruptivtuffe zu der des begleitenden Augitporphyrs bei Wengen, so sieht man, dass sie sich in der Tiefe des Kanals halten, welcher durch den obigen Durchschnitt dargestellt wird, andererseits aber in diesem an der südlichen Verwerfungsspalte vorwalten. Es scheint, dass diese letztere den Eruptionen ihre Entstehung verdankt. Vergleicht man nämlich die ersten ruhigen Ablagerungen der Tuffperiode, welche jenen Ausbrüchen vorangingen, wie sie über der Mauer an der Verwerfungsspalte und an deren Fuss bei Pederova erscheinen, so gibt sich eine auffallende Aehnlichkeit zu erkennen, die jedenfalls grösser ist, als man sie bei einem Tiefenunterschied von tausend Fuss erwarten würde. Es scheint sich daraus mit einiger Gewissheit zu ergeben, dass die Verwerfung zur Zeit der Ablagerung der Buchensteiner Kalke und der ersten Wenger Schichten und Pietra Verde noch nicht existirte, sondern die Schichten bei Pederova zusammenhingen und die Niederschläge sich gleichmässig darauf verbreiteten. Wie erwähnt, fallen die ersten Eruptionen bei Wengen nach der Ablagerung der Wenger Schichten, aber ihr Material ist nur in der engen Tiefe ausgebreitet. Es scheint daher, dass die Bildung der Verwerfungsspalte und die Emportreibung des südlichen Theils um tausend Fuss den Eruptionen unmittelbar voranging, etwa in der Weise, wie die Hebung und Spaltenbildung in der Bucht von Baiae der Eruption des Monte nuovo voranging.

Die Eruption der Augitporphyre in der Nähe von Wengen fällt somit, wie die Bildung der Eruptivtuffe, in eine ziemlich genau nachweisbare Periode, unmittelbar nach der Ablagerung des hauptsächlichsten Theils der Wenger Schichten, und gehört mithin einer weit früheren Zeit an, als der Lagergang des Augitporphyrs an der Seisser Alp.

Wenden wir uns endlich zu den *Sedimentärtuffen,* so sind diese bei Wengen im Allgemeinen jünger als die Eruptivtuffe und gehören einem höheren Niveau an. Selten finden sich bereits in den Eruptivtuffen einzelne Schichtmassen derselben zwischengelagert; es war eine zu bewegte Periode, als dass sie sich hätten in bedeutenderen Complexen niederschlagen können. Als sie zu Ende war, hatte der Meeresgrund eine von der früheren weit verschiedene Gestalt. Die Eruptivtuffe hatten sich theils in den tieferen Regionen, theils um einzelne Eruptionsmittelpunkte ausgebreitet und dadurch einerseits die Unebenheiten ausgeglichen, andererseits dieselben vermehrt. In den höheren und von den Eruptionsmittelpunkten entfernteren Theilen lagerten sich schon damals Sedimentärtuffe aus dem fortgeschwemmten Material ab, aber sie konnten natürlich nicht die Mächtigkeit der Eruptivtuffe erreichen. Erst nach Beendigung der Eruptionen von Wengen begann die ruhige Ablagerung von Sedimentärtuffen in grösserem Massstab, indem die Eruptivtuffe zerstört wurden und weither von anderen Eruptionen im Fassathale das Material herbeigeführt wurde. Daher kommt die Anlagerung dieser feineren Tuffgesteine an alle Vorsprünge und Schichtenkrümmungen der massigeren Gebilde derselben Art und ihre von den letzteren ganz unabhängige, meist vollkommen söhlige Lagerung.

Der *Schlern-Dolomit* fehlt bei Wengen, die *Raibler Schichten* sind noch nicht aufgefunden und fehlen wahrscheinlich auch. Beide erreichen schon südlicher ihr nördlichstes Ende. Hätten sie sich aber bei Wengen abgelagert, so müssten sie noch vorhanden sein, da sie sich zwischen den Tuffen und Liaskalken erhalten hätten. Die *Liaskalke aus dem Niveau des Megalodus scutatus* liegen hier unmittelbar über den Tuffen.

Die Geschichte der Umgegend von Wengen lässt sich aus diesen Thatsachen vervollständigen. In der Tuffperiode liess sich eine erste Zeit des ruhigen Niederschlags (Buchensteiner Kalk, Wenger Schichten), eine zweite der eruptiven Thätigkeit, welche hier ungewöhnlich früh eintrat, und eine dritte des ruhigen Absatzes der Sedimentärtuffe unterscheiden. Während dieser letzten Zeit fand im Süden die intensivste eruptive Thätigkeit statt und es scheint, dass während derselben das nördliche Gebiet sich hob, in ähn-

licher Weise, wie Lyell diese Wechselwirkung für die Bucht von Baiae mit Ischia und der Solfatara gegenüber den Ausbrüchen des Vesuv nachgewiesen hat. So oft letzterer thätig war, sank die Gegend von Baiae, so oft er in Ruhe war, hob sie sich und fanden in ihrer Gegend Ausbrüche statt. Gerade so finden wir bei Wengen vulcanische Ausbrüche zu einer Zeit, wo sie im Süden selten waren, und nun eine Hebung während der Ablagerung von Sedimentärtuffen zu einer Zeit, als im Süden die eruptive Thätigkeit am intensivsten war. Diese Hebung erweist sich nicht nur durch die verhältnissmässig geringe Entwickelung der Sedimentärtuffe bei Wengen, sondern wird auch durch viele auffallende Erscheinungen bestätigt, zunächst durch das Fehlen des Horizonts mit Cassianer Versteinerungen; die Fauna beschränkt sich auf einzelne Formen, die eine grössere verticale Verbreitung haben. Ebenso fehlen hier die Korallenriffe des Schlern-Dolomits; es scheint, dass selbst noch zur Zeit ihrer Bildung diese nördlichen Theile Festland oder ein seichter Meeresboden waren. Die Schichten von Heiligen-Kreuz, deren Verbreitung sich vielleicht bis nach Wengen nachweisen lassen wird, sind nach unseren früheren Erörterungen eine Brackwasserbildung und dies hängt genau mit dem Uebergang der Festlandperiode von Wengen in einer Periode der Meeresbedeckung zusammen.

Sanct Vigil[1]). Dieses Dorf liegt in einem Seitenthal der Gader, dem eigentlichen Enneberg. Da hier der Sitz des Landgerichts ist, so hat man den Namen Enneberg auf den ganzen Landgerichtsbezirk, zu dem das Gebiet der Gader gehört, übertragen. Die Bewohner der Gegend haben nur Localnamen im Gebrauch, die sich nach dem Charakter der Landschaft richten; so nennen sie hier nur die untere bewohnte und fruchtbare Thalstrecke „das Enneberg". Der obere Theil ist in einer wilden Kalkwelt und heisst das Rauhthal. Wandert man von der Vereinigungsstelle mit der Gader aufwärts, so bleibt man lange im Thonglimmerschiefer, der hier ein flaches, bevölkertes Gelände bildet, bis man bei den ersten Häusern von Sanct Vigil den Grödner Sandstein erreicht. Damit werden die Thalwände steiler, aber sie treten zugleich weiter auseinander und lassen der Ortschaft einen ausgedehnten Raum. Die Thalsohle ist von nun an eine breite, mit Geröllen erfüllte Ebene. An beiden Thalwänden folgen die weiteren Glieder der Trias, erst steil nach Süden fallend, wie im Gader-Thal, dann flacher und flacher, darauf sich einmal wellig aufbiegend und endlich in das Thal steil abfallend und Schicht für Schicht verschwindend. Am westlichen Gehänge folgen darüber Tuffe und dann Liaskalk, am östlichen scheinen die Tuffe ganz zu fehlen, wenn sie nicht vielleicht am Abhang des Col dai Latsch auftreten. Mit den Kalken erreicht man das Rauhthal. Die Thalsohle ist öde und steril. Die Fluthen von Kalk- und Dolomitgeröll, welche aus allen Thälern blendend weiss herabströmen und die Ebene bilden, in der der Bach im vielarmigen Bette fliesst, lassen kaum die Vegetation aufkommen. Einige dünne Wälder von kümmerlich gedeihendem Nadelholz bedecken hier und da das Geröll und vermögen sich erst höher gegen die Thalgehänge dichter zu schaaren; sie bekleiden die Gesteine der unteren Trias und werden hoch überragt von den weissen Kalkschroffen des Drei-Finger-Spitz, des Col dai Latsch und des Monte Sella. Erst bei Sanct Vigil, wo die letzten Steinfluthen von Osten her in das Thal strömen, erhält das letztere einen freundlicheren Charakter. Es dehnen sich grüne Wiesen aus und man überblickt die sanften Formen der Thonglimmerschiefer-Berge, auf deren Gehängen Häusergruppen und Kirchen bis weit hinauf zerstreut sind. Der Gebirgsbau dürfte nach den obigen Andeutungen und Allem, was wir bereits über das Gader-Thal und den Kor-Spitz gesagt haben, klar sein. Wir haben nur noch einiger besonderer Erscheinungen, der Heilquelle, der Gypslager und einer Ablagerung junger Conglo-

[1]) Beim Volke „Sanct Vilgen", daher in einigen Schriften irrthümlich Sanct Gilgen genannt; ein Ort dieses Namens existirt nicht im Enneberg.

merate, Erwähnung zu thun und dann auf einer Wanderung nach Osten den weiteren Verlauf der Triasschichten anzudeuten.

Nicht weit oberhalb der Kirche liegt am rechten Ufer des Baches das Bad Cortina. Die Quelle entspringt unweit davon am linken Thalgehänge in 3900 W. F. Meereshöhe in Seisser Schichten mit mässiger Stärke (20 österreichische Mass in einer Minute) und wird in offenen Rinnen nach dem Bade geleitet. Alle Quellen in unserem Gebiet, welche in Seisser Schichten entspringen, haben gleiche Eigenschaften, daher die von Cortina als Norm für alle Quellen desselben Gesteins gelten kann. Besonders ist der starke Tuffabsatz auffallend, der ihnen stets eigen ist; er macht die offenen Rinnen in Cortina nothwendig, da Röhren gleich verstopft werden, während man jene oft von der Incrustation befreit. Aehnliche Tuffabsätze finden sich bei Pufl, am Morinsen-Berg bei Castelrutt und in vielen anderen Gegenden bei den Quellen derselben Formation constant wieder. Das Wasser von allen hat einen ausserordentlich milden und angenehmen Geschmack. Die Temperatur desjenigen von Cortina ist 6° R. Eine vom Hofapotheker Herrn v. Erlach in Brixen vor Kurzem ausgeführte Analyse, welche mir in Sanct Vigil mitgetheilt wurde, ergab folgende Bestandtheile:

Freie Kohlensäure . . 2,000,
Feste Bestandtheile . . 6,667, und zwar:

Kohlensaures Eisenoxydul	0,008,
Kohlensaurer Kalk	3,610,
Kohlensaure Magnesia	2,065,
Schwefelsaurer Kalk	0,366,
Schwefelsaure Magnesia	0,288,
Schwefelsaures Natron	0,045,
Chlorcalcium	0,016,
Chlormagnesium	0,014,
Phosphorsaure Thonerde (?) . . .	0,041,
Kieselsäure	0,067,
Organische Bestandtheile und Verlust	0,147,
	6,667.

Die auffallende Menge von freier Kohlensäure und der bedeutende Gehalt an den Carbonaten von Kalk und Magnesia machen den starken Tuffabsatz leicht erklärlich.

Die *Gypsstöcke* sind für die Seisser Schichten in dieser Gegend charakteristisch; sie sind zwar nirgends sehr mächtig, aber doch in grosser Zahl vorhanden. Westlich von Sanct Vigil führte ich bereits den Gypsstock in der Schlucht oberhalb Piccolein an, östlich aber sind sie weit ausgedehnter an allen Gehängen. Sie scheinen auch den Gehalt der Quelle von Cortina am schwefelsauren Kalk zu veranlassen. Das Vorkommen des Gypses im Gestein ist überall ziemlich gleich.

Was nun die dritte Eigenthümlichkeit der Umgebung von Sanct Vigil, die *jugendliche Conglomeratablagerung*, betrifft, so ist ihr miocänes Alter, wie ich bereits im stratigraphischen Theil andeutete, keineswegs erwiesen. Sie findet sich im unteren Theil eines kleinen Thales, welches von der „Furkel", einer flachen Einsattelung zwischen dem Thonglimmerschiefer des Pian de Corones oder Kronplatz-Berges und der Trias am Nordgehänge des Drei-Finger-Spitz, herabkommt. Ein fahrbarer Weg führt über diesen Pass in das Geiselsberger Thal. Steigt man von der Furkel hinab nach Sanct Vigil, so kommt man unterhalb der Häusergruppe Rovara zu einem in mächtigen söhligen Bänken anstehenden Conglomerat, in das der Bach ein enges Bett eingeschnitten hat, wodurch die Schichten deutlich entblösst

sind. Bruchstücke von Glimmerschiefer und Kalk sind durch ein rothes Bindemittel verbunden. Wahrscheinlich bildete einst der Glimmerschiefer das Ufer eines See's, in welchem diese Bruchstücke zusammengeschwemmt und zu einem Conglomerat verbunden wurden. Später mag sich dann der Thalbach erst seinen schmalen Weg in den Schiefer ausgenagt haben, so dass das Conglomerat zurückblieb. Es ist kaum eine andere Theorie für die Entstehung desselben übrig, da sich keine sicheren Spuren einer Meeresbedeckung nachweisen lassen, welche jünger wäre als die Liaskalke oder gar als die Bildung des Gader-Thales. Uebrigens könnte der oben erwähnte, von Herrn **Feuerstein** in Wien im Enneberg gefundene Zahn von *Equus fossilis* vielleicht ein diluviales Alter der in Rede stehenden Schichten andeuten.

Gebirge der Hoch-Alpe — Rauhthal. Wir betreten die grossartige Gebirgswelt der Ampezzaner Alpen, deren westlicher Theil über die Wasserscheiden hinweg bis in das Gebiet der Gader reicht. Der eigenthümliche einheitliche Charakter, welcher dem weit ausgedehnten Kalkgebirge aufgeprägt ist, lässt uns auch die in das Enneberg hinüberreichenden Theile desselben als den Ampezzaner Alpen angehörig betrachten. Wo immer dies Gebirge auf andere Formationen abfällt, da ist es mit senkrechten, lang mauerförmigen Wänden, deren Stetigkeit durch einzelne enge, tief eingreifende und mit Geröll erfüllte Schluchten unterbrochen wird. Nach oben aber lösen sich die steilen Wände nicht in jene zackigen Obelisken und Nadeln auf wie der Schlern-Dolomit, sondern sie tragen auf unebenen Hochflächen grossartige Felsmassive, pyramidenförmig aufgeschichtete oder steil überhängende Kuppen. Statt der bizarren und originellen Formen von jenen begegnen wir hier dem Charakter einfacher, aber ernster und überwältigender Erhabenheit. Die Thäler sind tief zwischen senkrechte Wände eingesenkt und mit Kalkgeröll erfüllt. In ihren höheren Theilen ziehen sich aus allen Scharten und Spalten lange Schutthalden herab, Meere von weissen eckigen Kalktrümmern, über die die Jochsteige stundenlang hinwegführen. So beschwerlich auch das Hinaufsteigen auf dem nachgiebigen Boden ist, wo jeder Schritt aufwärts das Geröll um einen halben Schritt zurücktritt, belohnt es sich doch in hohem Grade; denn man findet auf den freien Höhen eine Grossartigkeit der Natur, wie in wenigen anderen Theilen der Alpen. Kleine dunkle See'n sind häufig in dem nackten Gestein eingesenkt und vermitteln wenigstens in ihrer nächsten Umgebung einen geringen Pflanzenwuchs; rings starren schweigend die Häupter der Kalkriesen empor.

Bei Sanct Vigil öffnet sich das Vogiadura-Thal, welches von dem Gebirge der Hoch-Alpe, dem nordwestlichsten Vorsprung der Ampezzaner Alpen, herabkommt. Von dem sanften Joch, über welches der Weg in das Thal des Finster-Bachs und weiterhin nach dem Bragser Wildsee und dem anmuthigen Bade Brags führt, zieht das Vogiadura-Thal westlich hinab, tief zwischen den Wänden des Drei-Finger-Spitz und des Col dai Latsch eingesenkt. Wo es die Trias erreicht, erweitert sich der Thalboden und ist in seiner ganzen Breite mit den sterilen Trümmern der Kalkberge ausgefüllt. Im Süden erhebt sich steil eine Wand mit dem Gypsstock der Seisser Schichten, der nördliche Abhang steigt bewaldet aus dem Kalkschutt auf. Der Weg führt an letzterer hin und senkt sich erst in der Höhe in die Thalsohle. Die Triasschichten sind bis hinauf zum Mendola-Kalk gut entblösst, dann ist Alles verhüllt; man begegnet später Dolomit und dann Kalk, welcher die Höhen bildet. Oben erreicht man nördlich vom Pass das kleine Becken des Hoch-Alp-See's. Steigt man von demselben nördlich in einer Scharte hinab, um sich dann der Furkel zuzuwenden, so kommt man bald wieder in die Trias. Dieser Nordabfall des Gebirges ist sehr steil und von Schluchten durchfurcht, der Hinabstieg ohne Weg in dem Knieholzgestrüpp und Geröll sehr beschwerlich. Doch erhält er ein besonderes Interesse durch das nochmalige Vorkommen von *Tuffen* mit einzelnen Versteinerungen der St. Cassianer Fauna. Sie sind nicht mächtig. Ueber ihnen folgt Dolomit, dessen Stellung mir unbekannt blieb, unter ihnen Wenger und Buchensteiner Schichten und dann die weitere Trias, bis man in den Wäldern auf dem Pass der

Furkel den Thonglimmerschiefer erreicht, der nach dem Kronplatz-Berg fortsetzt. Rechts übersieht man die schöne Landschaft des Geiselsberger Thales, links steigt man nach St. Vigil zurück und kommt in das Gebiet der oben erwähnten jugendlichen Conglomerate.

Weiter gegen Osten habe ich die Fortsetzung der Triasschichten von St. Vigil nicht kennen gelernt; doch geht aus der Darstellung auf der Karte des montanistischen Vereins, sowie aus mündlichen Mittheilungen von Herrn **H. Wolf** in Wien, der die östlicheren Gegenden für die geologische Reichsanstalt bereiste, hervor, dass sie mit gleichbleibendem Charakter wie am Durchschnitt von der Furkel nach dem Drei-Finger-Spitz, wahrscheinlich aber ohne die Zwischenlagerung der Tuffschichten, weiterhin den Nordabfall der Ampezzaner Kalk-Alpen begleiten. Am Nordabhang der Hoch-Alpe, des Rauch-Kopfs, Herstein, Zwölfer-Spitz durchziehen sie die Thäler Ausser-Brags und Inner-Brags, um sich dann um den Fuss des Bad-Kogls und Saren-Kogls nach dem Toblacher See zu ziehen, wo sie die durch die wilde Natur ihrer Kalk-Alpen berühmte Ampezzaner Strasse erreichen. Südlich vom See verläuft die Grenze gegen den Kalk, der östlich den mächtigen Gant-Spitz bildet, und so setzt dieses vereinigte System noch weithin über den sanfteren Vorgebirgen des Thonglimmerschiefers und Glimmerschiefers fort.

Umgebungen von Untermoj, Campil und dem oberen Vilnöss.

Wie wir im Vorigen vom Hauptthal der Gader nach Osten vorgeschritten sind, so wenden wir uns nun nach Westen und gehen abermals von der allgemeinen Darstellung des Gebirgsbaues in diesem Theil und den Aufschlüssen in der Tiefe des Gader-Thales aus. Das letztere bot uns einen langen und vollständigen Durchschnitt. Zweimal wiederholte sich das ältere System der Trias, auseinandergerissen durch die Verwerfungsspalte bei Pederova. Nur der nördliche Theil setzte nach Osten fort, der südliche war durch Tuffe überdeckt. Nach Westen behält das von der älteren Trias eingenommene Gebiet die Breite wie im Hauptthal. Der Grund liegt aber keineswegs in einer mächtigeren Entwickelung oder darin, dass hier während der Tuffperiode Festland gewesen wäre, was nur für den nördlichsten Rand gilt, sondern in den tief und breit ausgewaschenen Thälern, welche das Gebirge des Peutler Kofls umgeben und die bedeckenden Tuffe entfernt, das ältere Gebirge aber, dessen Lagerung auch hier von den Tuffen vollkommen unabhängig ist, in ausgezeichneter Weise entblösst haben.

Das Gebirge des Peutler Kofls besteht aus zwei Kalkzügen, welche unter einem nach Süden gerichteten stumpfen Winkel zusammenstossen und durch eine tiefe Einsattelung an dieser Stelle in den Peutler Kofl und den Ruefen-Berg getrennt ist. Die Höhe des ersteren und seine kühne, hoch aufragende, isolirte Gestalt geben ihm den Vorrang unter den Gipfeln des Zuges. Der allgemeine innere Gebirgsbau ist derselbe, wie wir ihn früher darstellten. Die ältere Abtheilung der Trias bildet ein allseitig von den Thonglimmerschiefer-Ufern abfallendes System; in der Nähe der letzteren sind ihm unmittelbar Gesteine höherer Glieder aufgelagert, gegen das Innere des Meeres zu schieben sich Tuffe ein. Die Tuffe fehlen daher im nördlichen und westlichen Theil und werden gegen Süden und Osten herrschend. Behält man dieses Verhältniss im Auge, so ist es nicht schwer, den Gebirgsbau in den einzelnen Theilen, wo er durch die Unebenheiten des Terrains zuweilen an Klarheit verliert, deutlich zu entziffern. Ich lernte ihn auf einer Wanderung kennen, welche mich von Piccolein aus den Nordabhang des Gebirges entlang bis in das obere Vilnöss führte, von wo ich über Campil zurückkehrte.

Col da Lermes — Nombladé — Col Vertschin. Der Kalkstock des Peutler Kofls senkt sich nach Osten in einem vielzackigen Grat allmälig zu einer Einsattelung, durch welche ein Weg von Campil nach Untermoj führt. Jenseits erhebt sich daraus die kleine Kuppe des Col Vertschin, dann theilt sich das Gebirge in zwei Arme, deren einer nordöstlich verläuft und die Grenze zwischen Untermojer und Gader-

Thal bildet, während der andere sich östlich herabsenkt und bei der Mündung des Campiler Baches das Hauptthal erreicht. Beide bestehen aus den Gebilden der älteren Trias mit südsüdwestlich fallenden Schichten. Es ist hier sehr auffallend, wie die Mächtigkeit des Grödner Sandsteins in allen tieferen Theilen anwächst, während er dort, wo sich die Schichtenentblössungen über die Höhenrücken des Thonglimmerschiefers ziehen, nur geringe Ausdehnung hat. Steigt man von Piccolein aus dem tiefen Thalgrunde nach dem Col da Lermes hinauf, so folgen dem Sandstein die bituminösen, weissadrigen, dunklen Kalke in ausserordentlich mächtiger Entwickelung. Südlich von den Frenna-Häusern erreicht man darin ein Gypslager. Die Gesteine variiren zuerst in grossen Complexen, später in einzelnen Schichten; doch zeichnen sie sich fast sämmtlich durch den stark bituminösen Geruch, so wie durch die fahlen, grauen und gelblichbraunen Farben aus. Nur die oberen 100 bis 150 Fuss sind weniger bituminös und hier stellen sich in schiefrigen Zwischenschichten Versteinerungen ein, genau wie an den Wänden im Gader-Thal. Sie sind die typischen Formen der Seisser Schichten, grösstentheils nur Steinkerne. Auffallend sind einige sandige Zwischenschichten, zum Theil wahre Sandsteine, welche ich sonst in diesem Horizont nicht beobachtet habe. Die Formation schliesst mit einer fünf Fuss mächtigen Dolomitbank und einigen dünnen Kalkschichten. Darauf folgen unmittelbar die rothen thonigen Schiefer der Campiler Schichten. Die ganze Folge ist ohne Unterbrechung aufgeschlossen, wenn man von dem niederen Col da Lermes durch ein eng ausgewaschenes Wasserrinnsal nach dem Nombladé hinaufsteigt. Nur in der Höhe ist Alles mit dichtem Rhododendron-Gestrüpp bedeckt, aus welchem der Dolomit und die Kalke in kleinen Riffen hervorragen. Die Spitze des Berges, welche eine genussreiche und für den geognostischen Ueberblick äusserst lehrreiche Aussicht darbietet, besteht aus Campiler Schichten. Sie setzen mit südsüdwestlichem Fallen auf dem kleinen Grat fort, welcher den Nombladé mit dem Col Vertschin verbindet. Letzterer besteht bereits aus Mendola-Dolomit, der durch deutliche Virgloria-Kalke von der obersten Abtheilung der Campiler Schichten getrennt ist. Die Spitze des Berges ist über der Dolomitbank noch mit Buchensteiner Hornstein führenden Kalken gekrönt, die nach Süden und Südwesten fortsetzen, aber westlich gegen den Peutler Kofl bald verschwinden.

So bietet die Höhenlinie über diese drei Berge eins der vollständigsten und deutlichsten Profile der gesammten älteren Abtheilung der Trias. Es setzt längs dem

Nordabhang des Peutler Kofls und Ruefen-Berges in beinahe gleicher Weise fort. Selten baut sich die Trias in so deutlich aufgeschlossenen Wänden auf wie hier. Zunächst dem Thonglimmerschiefer, der mit seinen sanften Hochflächen heranreicht, dehnen sich fruchtbare Alpen auf Grödner Sandstein aus. Mit dem Beginn der Seisser Schichten steigt das Gehänge steiler, zuweilen beinahe senkrecht, an, um eine zweite, höhere Alpenterrasse zu bilden. Die Campiler Schichten ziehen sich mit grosser Schärfe als zwei rothe Bänder längs dem ganzen Abhang hin und darüber erheben sich die Steilwände des Kalks und Dolomits. Tiefe bewaldete Schluchten, mit Steingeröll wild erfüllt, unterbrechen hier und da die Einförmigkeit der Wand, besonders dort, wo die beiden Gebirgsmassen des Peutler Kofls und des Ruefen-Berges unter einem stumpfen Winkel zusammenstossen und den Quellbach des Lüsen-Thales zwischen sich aufnehmen. Es gehört zu den genussreichsten Anblicken für den Geologen, von den nördlichen Glimmerschiefergehängen aus die majestätische Gebirgskette mit ihrem aus wohlbekannten Schichten regelmässig aufgebauten Fuss zu überschauen.

Parallel der Gebirgskette verläuft längs der Grenze zwischen Thonglimmerschiefer und rothem Sandstein eine flache Einsenkung, in welcher die Gewässer sich tief eingegraben haben, und da das nördliche Glimmerschiefergebirge zwei nach Norden gerichtete Züge bildet, deren einer vom Peutler Kofl, der andere vom Ruefen-Berg beginnt, so befinden sich in der Einsenkung zwei Wasserscheiden auf dem Rücken

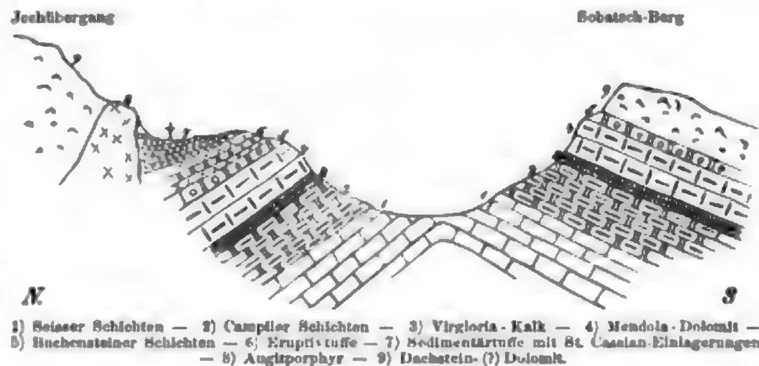
der beiden Bergzüge. Nach der Mitte fliessen die Gewässer von beiden zum Lasanken-Bach zusammen, der seine tiefste Wurzel in der Einsenkung zwischen Peutler Kofl und Ruefen-Berg hat, während von der östlichen Wasserscheide nach Osten der Untermojer, von der westlichen nach Westen der Afferer Bach abfliesst. Diese beiden Wasserscheiden geben der Landschaft einen eigenthümlichen Charakter, der wesentlich durch das Anwachsen des rothen Sandsteins in der Tiefe der Thäler und seine geringe Mächtigkeit auf den Höhen bedingt wird. Auch wird das Wassernetz auf der Alpenfläche dadurch sehr complicirt. Die Bäche fliessen in kleinen sanften Mulden zusammen und schneiden sich dann vereinigt ein tiefes, enges Bett in den rothen Sandstein bis hinab auf die grauen Schiefer. Diese hochrothen Spalten mitten in dem Rasenteppich geben selbst dem in seiner Form eintönigeren Vordergrund in unserer Landschaft ein charakteristisches Gepräge; man erkennt die rothen Schluchten schon aus der Ferne von Nombladé herab. Besonders interessant ist der Weg von der Peutler Wiese nach der Curtazes-Wiese. Wie über eine Brücke geht man auf der schmalen Wasserscheide der Quellbäche der Thäler von Untermoj und Lüsen hinüber; zu beiden Seiten ziehen sich die Bäche in tiefen, abschüssigen und vollkommen unzugänglichen Schluchten hinab. Sie sind ganz in den rothen Sandstein der Peutler Wiese eingeschnitten. Auf der Curtazes-Wiese an der jenseitigen Wand der Mulde erreicht man die grauen Schiefer. Geht man von dieser Grenze näher an die Gehänge der höheren Triasschichten heran, so findet man einen überaus grossen Reichthum an Versteinerungen. An dem Joch, welches den Uebergang von Campil nach Untermoj vermittelt, zweigt sich ein Weg nach der Peutler Wiese ab; er führt lange am Abhang der Seisser Schichten hin und hier kann man die Versteinerungen aus diesen wie aus den Campiler Schichten in Massen sammeln. Doch ist grosse Vorsicht nothwendig, da in den Trümmerhaufwerken die Versteinerungen aus beiden zusammenliegen.

Oberes Afferer Thal. Die Wasserscheide zwischen den Quellbächen des Lüsen und des Afferer Thales ist ähnlich der beschriebenen. Sie ist die flache Einsattelung zwischen Pfan-Spitz und Ruefen-Berg. Noch immer zieht sich das ganze Schichtensystem der älteren Triasabtheilung wie ein vielfarbiges Band an dem steilen Abhang unter dem Kalk und Dolomit hin. Denn da sie auch noch von dem steilen Gehänge durchschnitten wird, so folgen die Schutthalden erst in grösserer Tiefe. Der Weg führt fast genau an der Grenze zwischen grauen Schiefern und rothem Sandstein und gerade auf der Höhe der Wasserscheide ist der letztere in einer steilen Wand entblösst. Das ganze Schichtgebirge setzt nun quer über das Quellgebiet des Afferer Thales weg und lässt in letzterem den Schiefern die alleinige Herrschaft. Ein Weg, der nach S. Magdalena im Vilnöss führt, folgt dem Schichtgebirge und übersteigt dahin zwei Rücken, da man noch ein Nebenthal des Afferer Thales durchschreiten muss, ehe man den Rücken zwischen diesem und dem Vilnöss erreicht. Dort, wo sich dieser seitliche Weg von dem Hauptthalweg abzweigt, tritt an der Nordseite des Afferer Thales Quarzporphyr stockförmig und vollkommen isolirt im grauen Schiefer auf. Bald gelangt man noch zu einem zweiten Vorkommen desselben. Der rothe Sandstein steht hier in mächtigen Wänden an, deren kühne Formen an die des Quadersandsteins erinnern. Der graue Schiefer ist an der Grenze röthlich gefärbt. Weiterhin führt der Weg nach S. Magdalena nur noch im Schiefer, westlich von den nahen Wänden der Schichtgebirge. Der Pass ist von dieser Seite niedrig, doch muss man nach S. Magdalena steil und tief hinabsteigen. Ehe man das Dorf erreicht, trifft man ein drittes stockförmiges Vorkommen von Quarzporphyr.

Quellgebiet des Vilnöss-Thales. Im unteren Theil des Vilnöss-Thales zeigte sich bei der Beschreibung der Umgebung von Klausen und Theiss Thonglimmerschiefer als das Grundgebirge und eine grosse Anzahl von Eruptivgesteinen, welche denselben durchbrechen. Die Ortschaften Nafen, Theiss und Gufidaun liegen dort hoch über den Gehängen des engen Thales. Unter Theiss wird dasselbe durch

die Eruptivgesteine eingeengt. Von hier an aufwärts erweitert sich das Thal, die Ansiedelungen ziehen sich von den Wänden in den Thalboden hinab und bei Sanct Peter nimmt der letztere einen sanften Charakter an. Grödner Sandstein erfüllt das Thal zwischen den aus grauen Schiefern bestehenden Wänden und liefert zwischen den Wäldern der Höhen einen fruchtbaren Acker- und Wiesenboden. Im Profil I ist diese Einlagerung angedeutet. Das nächste Dorf ist S. Magdalena, ein sehr ärmlicher Ort. Auch dieses liegt noch theilweise auf dem rothen Sandstein, der sich dann in der eben angegebenen Weise nach dem oberen Afferer Thal und dem Nordabhang des Peutler Kofls hinüberzieht. Der Dolomit des Ruefen-Berges tritt hier unmittelbar an den Glimmerschiefer heran und schneidet die gesammte untere Trias ab.

Geht man daher von S. Magdalena im Thal aufwärts, so hat man zur Linken *Dolomit*, zur Rechten die *grauen Schiefer*, bis an deren Stelle plötzlich ein mächtiger Stock von *Quarzporphyr* tritt, der die Gehänge bis hoch hinan zu bilden scheint. Seine Grenze gegen den Dolomit, in der der Bach seinen Lauf nimmt, ist von Schutt verdeckt. Das Thal ist in dieser Strecke sehr eng. Endlich erweitert es sich wieder. Man kommt auf eine wellige Wiesenfläche, die bis zum Joch fortsetzt. Mehrere Bäche vereinigen sich hier zum Casaril-Bach, wie man den Vilnöss-Bach in seiner obersten Strecke nennt. Der Weg theilt sich nach den Bächen. Der südliche führt über ein dolomitisches Joch zwischen Geissler-Spitzen (hier die Geissel genannt) und Sobatsch-Berg, der nördliche über ein zweites Joch am Nordfuss des Sobatsch-Berges, beide in das Campiler Thal. Der letztere Weg ist der interessantere. Man überschreitet auf der Wiesenfläche nach und nach die gesammte Folge der unteren Trias und sieht dieselbe an der Nordwestwand der Geissler-Spitzen fortziehen. Sie gewährt dadurch einen gleichen Anblick wie die Wand des Peutler Kofls von Norden aus. Doch scheint hier die Schichtenfolge noch vollständiger zu sein; denn es zieht über dem Mendola-Dolomit eine kleine, sanfte Terrasse hin, welche aus weicheren Schichten bestehen muss. Wahrscheinlich sind es die Buchensteiner Kalke und einige Tuffe, wie auch aus dem Profil am Jochübergang hervorgehen dürfte. Der Sattel zwischen den Quellen der beiden Thäler gewährt von der Seite des Casaril-Baches folgenden Anblick:



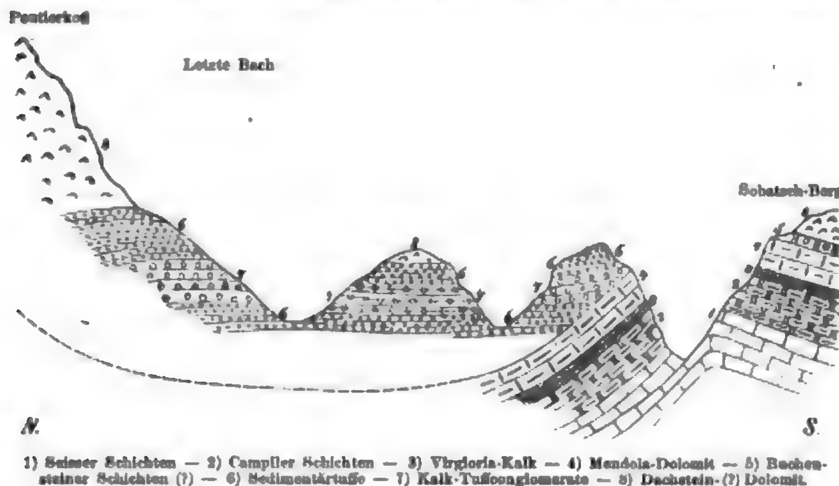
1) Seisser Schichten — 2) Campiler Schichten — 3) Virgloria-Kalk — 4) Mendola-Dolomit — 5) Buchensteiner Schichten — 6) Eruptivtuffe — 7) Sedimentärtuffe mit St. Cassian-Einlagerungen — 8) Augitporphyr — 9) Dachstein- (?) Dolomit.

Der Jochübergang ist ein wenig nördlich von dem tiefsten Punkt der Einsattelung, da letztere wegen der schroffen Abstürze nach Osten unzugänglich sind.

Campiler Thal. Mit der Ueberschreitung des Joches gewinnt Alles einen anderen Anblick. Es fehlen von nun an die grauen Schiefer, die Quarzporphyre und Grödner Sandsteine. *Augitporphyr* und *Tuffe* treten schon auf der Höhe des Joches auf und tragen am wesentlichsten zur Aenderung des Charakters bei. Als eine ausgedehnte wellige Alpenstufe ziehen sie von unserem Standpunkt aus längs dem Gebirge des Peutler Kofls hin, welches sich mit seinen wildschönen Formen daraus erhebt. Man sieht das Plateau jenseits am Fuss des Guerdenazza-Gebirges fortsetzen, aber dazwischen ist das Campiler Thal breit und tief eingesenkt und bringt das ältere Gebirge zu Tage. Wiederum erkennt man hier die Unabhängigkeit der Oberflächengestaltung des letzteren von den Tuffen. Ihre Mächtigkeit wächst mit den Senkungen und schwindet mit den Erhabenheiten des älteren Gebirges. Darum ist sie an dem Joch äusserst gering,

oberhalb Campil aber bedeutend. Mehrere Augitporphyrmassen setzen aus der Tiefe auf; aber man erkennt sie, wie bei Wengen, fast nur dort, wo die höheren Tuffschichten durch spätere Zerstörung entfernt sind; sie gehören hier wie dort einer frühen Eruptionsperiode an, welche der Ablagerung der Hauptzone der Wenger Schichten folgte und Augitporphyr mit Eruptivtuffen um die Mündungen einzelner Ausbruchskanäle anhäufte, bis sich in dem weiteren Verlauf der Tuffperiode, während hier die eruptive Thätigkeit ruhte, Sedimentärtuffe über jenen älteren Gebilden ausbreiteten und die Unebenheiten ausglichen.

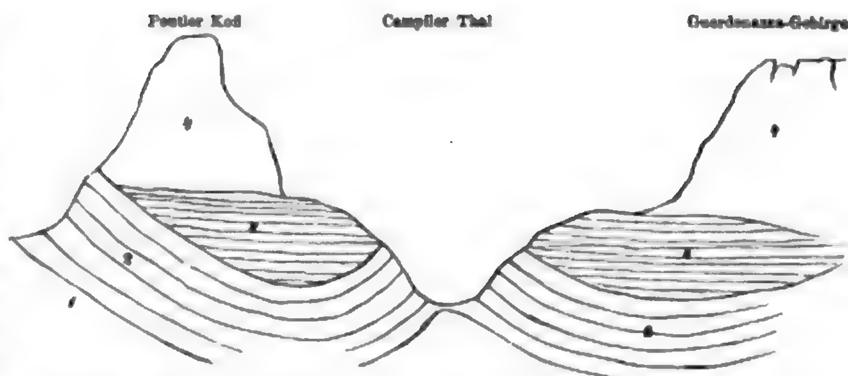
Hat man am Joch die Eruptivtuffe mit ihrem breccienartig ausgebildeten Augitporphyr und eine kleine Einlagerung mergeliger Kalke mit St. Cassian-Versteinerungen in den Sedimentärtuffen überschritten, so führt der Weg eine kurze Strecke auf dem Rücken einer langgezogenen, dem Peutler Kofl parallelen Anhöhe fort, welche die beiden Quellbäche, den „Letzten Bach" (nördlich) und den eigentlichen Campiler Bach (südlich) trennt; dann führt er links in das Thal des „Letzten Baches" hinab. Am Südabhang dieses Rückens ziehen die nördlich fallenden Schichten der älteren Abtheilung vom Joch aus in schiefen Linien hin und tragen die Tuffe der Höhe. Der „Letzte Bach" müsste daher, um das tiefere Schichtensystem zu erreichen, sehr tief eingesenkt sein. Sein Thalboden liegt aber noch in Tuffen. Es ist klar, dass hier zu Anfang der Tuffperiode eine tiefe Bucht hereingriff. Die ersten Niederschläge haben sich in ihr überaus mächtig angehäuft; insbesondere treten jene grauwackenähnlichen Conglomerate, Knollenkalke u. s. w. ausgedehnt auf, welche ich am Gäns-Alpl beschrieb. In analoger Entwickelung sind die Wenger Schichten vorhanden, denen hier, wie bei Wengen, die Eruptivtuffe aufgesetzt sind. Man erhält daher östlich vom Joch folgenden nordsüdlichen Durchschnitt:



1) Seisser Schichten — 2) Campiler Schichten — 3) Virgloria-Kalk — 4) Mendola-Dolomit — 5) Buchensteiner Schichten (?) — 6) Sedimentärtuffe — 7) Kalk-Tuffconglomerate — 8) Dachstein-(?) Dolomit.

Unmittelbar unter der Vereinigung der beiden Quellbäche des „Letzten Baches" steigt an der rechten Wand eine bedeutende Gangmasse von Augitporphyr auf, deren wahrscheinlich sehr lehrreiches Verhältniss zu den durchsetzten älteren Triasgebilden ich wegen heftigen Regens nicht untersuchen konnte. Ueber Mendola-Dolomit, die obersten groben Conglomerate und die weiteren versteinerungsreichen Glieder der Campiler Schichten steigt man hinab und erreicht Campil in Seisser Schichten.

Das Campiler Thal ist eine Aufbruchsspalte der dachförmig gehobenen älteren Triasabtheilung; an der südöstlichen Thalwand fallen die Schichten nach Südost, an der nordwestlichen nach Nordwest. Doch erheben sie sich nach der letzteren Seite bald wieder und reichen am Col Vertschin und am Nordabhang des Peutler Kofls bereits über das Niveau der Tuffe hinaus, so dass ein Idealprofil bei Campil folgendes Verhältniss ergibt. Die ganze wellige Aufbiegung fällt in ihrer Streichrichtung nach Nordost, bis ihr Rücken unter die Thalsohle hinabreicht; doch erhebt sie sich bald wieder daraus. In die so gebildete Mulde sind Tuffe eingelagert, welche daher das Thal quer durchziehen. Zwischen Pederova



1) Glimmerschiefer — 2) Aeltere Trias — 3) Tuffe — 4) Schlern-Dolomit und Dachstein-Dolomit.

und der Costa-Mühle im Gader-Thal ist die Fortsetzung dieser muldenförmigen Biegung der älteren Trias zu erkennen.

Steigt man aus dem breiten, mit Dolomitgeröll erfüllten Campiler Thalboden an den südöstlichen Gehängen hinan, so erreicht man, dem Charakter der Aufbruchsspalte gemäss, immer höhere Schichten mit steilem Südost-Fallen. In dem Thal, durch welches der Jochsteig nach Sanct Leonhard führt, ziehen die Schichten der älteren Trias im unteren Theil quer hindurch und stehen in Durchschnitten mit überaus steilem Fallen an den Wänden an. Besonders der Mendola-Dolomit kommt als eine starre Mauer von den Abhängen in das Thal hinab. Ueber ihm erreicht man bald Eruptivtuffe und Augitporphyr, dann herrschen Sedimentärtuffe mit eingelagerten versteinerungsarmen St. Cassian-Schichten.

Wendet man sich hingegen von Campil aus südwestlich im Thal aufwärts, so geht man im Grunde der Aufbruchsspalte hin. Bald theilt sich ihr immer mehr ansteigender Rücken in zwei Arme, deren einer nach dem Vilnösser Joch fortzieht, wo wir ihn eben kennen lernten, während der andere südlicher gegen das Forcella-Joch streicht. In beiden verschwindet im Fortstreichen der Aufbruch, die Schichten wölben sich gegen einander und bilden nur noch zwei divergente wellige Aufbiegungen. Wo sie den Dolomit erreichen, ist bereits die Decke des Mendola-Dolomits über den tieferen Schichten vollständig. Ihre Meereshöhe ist hier so bedeutend, dass sie sich über das Niveau der Tuffe erheben und sich als frühere inselförmige Auftreibungen der älteren Trias erweisen, an die sich die Tuffe in derselben Weise anlagerten, wie dies im Vorigen bereits so vielfach, besonders deutlich bei Wengen, erörtert worden ist. Die Form des Meeresbodens in der Tuffperiode lässt sich hier mit ausserordentlicher Genauigkeit wiedererkennen und alle Erscheinungen kann man darauf zurückführen. Man begegnet dann allemal derselben Reihenfolge geologischer Vorgänge wie bei Wengen. Als die Tuffe die Tiefen des Meeres ausgefüllt und nur einzelne Inseln unbedeckt gelassen hatten, begann auch bei Campil während einer Periode der Senkung jene höhere Ablagerung von Dolomiten und Kalken, welche überall bald unmittelbar auf jenen inselförmigen Auftreibungen der älteren Trias, bald auf den Tuffen lagern. Die Gründe, welche mich bestimmen, die Dolomite und Kalke um Sanct Vigil nicht der Trias, sondern bereits dem Lias zuzurechnen, habe ich im stratigraphischen Theil auseinandergesetzt.

Eine dritte Wanderung von Campil aus führt uns nordwestlich nach der Peutler Alpe. Steigt man im Vigg-Bach aufwärts, so erreicht man bald die Campiler Schichten mit ihren obersten groben Conglomeraten, manchfach gebogen und verworfen, so dass sie die hangenden Kalke und Dolomite gänzlich verhüllen. Den Grund der Erscheinung erkennt man bald in *Eruptivtuffen,* welche auf einen nahen *Augitporphyr*-Ausbruch deuten. Man erreicht ihn über den Vigg-Häusern, wo er in schönen, freien Wänden ansteht. Die mit viel Tuffmasse vermengten grauwackenähnlichen Conglomerate des Joches sind auch hier vorhanden, dann folgt die regelmässige Auflagerung der fast söhligen Sedimentärtuffe, welche die Alpfläche am Fuss des Peutler Kofls bilden.

Die Wanderung von Campil abwärts gegen Piccolein bietet interessante Verhältnisse. Da sich, wie

erwähnt, der Rücken der aufgebrochenen Hebungswelle nach Nordost senkt, und zwar unter einem steileren Winkel als das Thal, so erreicht man am Grunde des letzteren mehr und mehr die hangenden Schichten, endlich bei den Lagoschell-Häusern die Tuffe. Sie liegen in der oben bezeichneten kleinen Mulde, welche das Thal quer durchsetzt, von Mendola-Dolomit gebildet wird und mit Tuffen erfüllt ist. Der Lagoschell-Bach kommt von Nordwest in ihr herab. Steigt man daher in diesem Bach aufwärts, so kommt man zuletzt zu einer Stelle, wo die beiden Arme von Mendola-Dolomit, welche die Tuffe umsäumen und das Ausgehende ihrer Unterlage sind, näher zusammentreten und endlich vereinigt ohne Tuffauflagerung, nur noch von Buchensteiner Schichten bedeckt, nach der Höhe des Col Vertschin ziehen. Ueberall bilden sie eine kleine mauerförmige Stufe, welche den rothen Campiler Schichten aufliegt. Der Lagoschell-Bach hat seine Quellen in ziemlich bedeutender Höhe und durchbricht die nördliche Mauer, ehe er die Tuffe in der Mulde erreicht. Steigt man daher weiter in ihm aufwärts, so gelangt man im Walde über den höchsten Lagoschell-Häusern in Dolomit und höher hinauf in Campiler Schichten. Dies ist die Stelle, welche den grössten Artenreichthum an Versteinerungen geliefert hat und uns zu der Benennung *„Campiler Schichten"* für das ganze Formationsglied veranlasste. Unter der mauerförmigen Wand des Dolomits erscheinen, selbst noch in steilem Abbruch, die rothen Conglomerate des Schichtensystems. Es treten in Wechsellagerung mit ihnen weisslichgrüne schiefrige Letten mit zahlreichen Fucoiden in mächtigen Complexen auf, ferner dünngeschichtete, unebenflächige, spröde Kalke, denen der mittleren Abtheilung der Campiler Schichten ähnlich, und andere Gesteine. Besonders die Kalke erinnern vollkommen an gewisse Muschelkalkschichten im mittleren Deutschland und diese Aehnlichkeit wird vermehrt durch die auf den Schichtflächen zahlreich ausgebreiteten Versteinerungen, besonders durch die geselligen Gervillien. Die Schichten fallen nach Südwest und setzen in das Pior-Thal fort.

Da sich der Rücken der Hebungswelle thalabwärts wieder hebt, so erreicht man von den Tuffen von Lagoschell aus schnell wieder die unteren Schichten. Die Halobien-Schichten sind charakteristisch entwickelt, die Buchensteiner Kalke stehen in Wänden an, wie gewöhnlich, der Mendola-Dolomit bildet eine steile Stufe, die Fortsetzung von der im Walde, unter welcher die Versteinerungen auftreten; auch die Virgloria-Kalke sind deutlich, die Campiler Schichten halten an, bis man den Pior-Bach erreicht, dann beginnen die Seisser Schichten. Da aber das ganze System nach Südwest fällt, so geht man, wenn man links in den Pior-Bach abbiegt, in das System der Seisser Schichten hinein und erreicht schon tiefere Glieder desselben; da eröffnet sich plötzlich ein grossartiges Amphitheater. Man steht am Grunde eines weitgeöffneten Kessels, die steilen Wände rings herum sind kahl und bieten ein Bild fortdauernder, tiefgreifender Zerstörung, indem das Wasser unaufhörlich an ihnen herabrinnt und stets neue Theile von den Gesteinen entführt. Die Wände reichen hoch hinan nach dem Col Vertschin und Nombladé und entblössen deren ganzes Schichtensystem in einer seltenen Klarheit. Der Col Vertschin ist, wie ich oben erwähnte, von einer Platte von Mendola-Dolomit bedeckt, der Nombladé ist durch einen rothen Grat von Campiler Schichten mit ihm verbunden und besteht selbst aus solchen. Alle diese Schichten und die ganze liegende Folge, durch die wir vom Col da Lermes an nach dem Nombladé aufwärts stiegen, sind in einem einzigen grossartigen Durchschnitt an den Wänden des Kessels entblösst und ziehen wegen ihres südwestlichen Fallens in schiefen Linien an ihnen herab.

Von der Mündung des Pior-Baches abwärts durchschreitet man das gesammte System der Seisser Schichten und gelangt bei Sanct Martin in den Grödner Sandstein, in dessen tiefer Auswaschung Piccolein liegt.

Peutler Kofl und Ruefen-Berg. Es bleibt nur noch der mächtige Kalk- und Dolomitstock zu

betrachten, welcher sich als das Centrum der im Vorigen betrachteten Gebirgswelt erhebt. Ueber seine wild zerrissenen Steilwände steigen zahlreiche Hochgipfel an, der östlichste und mächtigste unter ihnen, der Peutler Kofl, in majestätischer, erhabener Ruhe, der westliche Ruefen-Berg in schroffe Zacken und Felsnadeln aufgelöst. Aus früherer Zeit ist nicht eine einzige Nachricht vorhanden, welche einen annähernd sicheren Anhalt zur Formationsbestimmung dieser Gebirgsmassen zu geben vermöchte, und da ich selbst durch Regenwetter an einer genaueren Untersuchung gehindert war, so beschränke ich mich auf die Herleitung aus Analogien.

Vergegenwärtigt man sich zunächst noch einmal die Grundlage des Gebirges, so folgt dem Thonglimmerschiefer das zu einem Gebirge mit selbstständiger Oberflächengestaltung erhobene System der älteren Triasabtheilung. Darauf liegen Tuffe, welche die Unebenheiten ausfüllen und einzelne Inseln sowie die Ufer unbedeckt lassen. Die Gebilde des Peutler Kofls nun ruhen im Norden und Westen auf dem aus Mendola-Dolomit gebildeten unbedeckten Ufer, im Süden auf Tuffen, unter denen ebenfalls dieser Dolomit folgt. Es müssen also die Gesteine des Peutler Kofls und Ruefen-Berges einem höheren Niveau als die Tuffe angehören, mithin entweder dem Schlern-Dolomit oder dem Dachsteinkalk. Betrachtet man die Gestalt der Berge, so deutet sie keineswegs auf Schlern-Dolomit, der Peutler Kofl hat entschiedenen Kalkgebirgstypus, während allerdings die Zacken des Ruefen-Berges mehr auf Dolomit hinweisen. Man könnte daher vermuthen, dass der untere Theil des Gebirgsstockes mit dem niederen Ruefen-Berg Dolomit sei, welcher, vielleicht durch Raibler Schichten getrennt, den Dachsteinkalk der Höhe des Peutlers trage. Allein dem kann nicht so sein. Denn Schlern-Dolomit und Raibler Schichten keilen sich bereits weiter südlich unter dem Guerdenazza-Gebirge und Heiligen-Kreuz-Kogl aus, und wie im Osten bei Wengen und Vigil, so lagert wahrscheinlich auch hier am Peutler der Liaskalk unmittelbar auf den Tuffen. Der Liaskalk wird in verschiedenen Niveaux dolomitisch und zuweilen finden sich vollkommen dolomitische Schichten. Sie würden daher am Ruefen-Berge wenigstens nicht unerklärlich sein.

Sollte für die Annahme, dass der Peutler Kofl und der Ruefen-Berg aus Liasgebilden bestehen, noch ein sicherer Beweis beizubringen sein, so wäre damit zugleich ein weiterer Beleg für das schon aus den Verhältnissen der Umgebung von Wengen und St. Vigil abgeleitete Resultat gegeben, dass dieser nördliche Theil unseres Gebietes zur Zeit der grossen Senkung der südlicheren Gegend, während der Bildung der Korallenriffe, Festland blieb und sich erst nachher tiefer hinabsenkte.

Umgebung von St. Leonhard, Corfara und St. Cassian.

Das Quellgebiet der Gader liegt zum grössten Theil in einem von Dolomit- und Kalkstein-Auflagerungen freien Theil des Tuffplateau's. Jene höheren Gebirgsmassen weichen hier nach Süden mehr und mehr auseinander und lassen unter ihren Steilwänden dem hügeligen Tuffland einen an Breite wachsenden Raum. Eine gebogene Linie von Campolungo-Spitz nach dem Set Sass bezeichnet die südliche Wasserscheide des Gader-Gebiets gegen das Livinallongo-Thal mitten in dem Tuffland. Zu beiden Seiten haben sich die Gewässer breite und tiefe Thäler gegraben, welche in ihren höheren Theilen flach sind, in den tieferen an Steilheit zunehmen und ein sehr vielgestaltiges Netz bilden. Steht man auf der Höhe der Wasserscheide, zum Beispiel auf dem Prelongei-Berg, so übersieht man das Tuffland der Gader mit Einem Blick und erkennt dessen plateauartigen Charakter. Denkt man sich die späteren Einschnitte der Gewässer hinweg, so hat man eine flachwellige Ebene vor sich, welche fast nach allen Seiten unter steilen Wänden verschwindet, im Westen unter dem Pordoi- und Guerdenazza-Gebirge, welche durch die Einsenkung des Grödner Jochs bis auf die Tuffe hinab getrennt sind, im Osten unter dem Heiligen-Kreuz-Kofl und dem Set Sass. Nach Süden thürmen sich ungeheuere schwarze Gebirgsmassen mit abenteuerlichem Profil auf und hemmen die weitere Aussicht; nur der

majestätische, begletscherte Kalkstock der **Marmolata** ragt hoch über sie empor. Nach Norden endlich schweift der Blick ungehemmt zwischen den Kalkmauern hin über die Tuffhochfläche bis nach den fernen Gletschern des krystallinischen Centralzuges. Die überwältigende Schönheit dieses wechselvollen Panorama's, die Grossartigkeit der Kalk- und Dolomitwelt, welche man kaum an einem anderen Punkte in gleicher Weise überblicken kann, und die Klarheit, mit der sich der geognostische Bau darbietet, geben diesem Punkt einen zauberischen Reiz. Man hat, auch ohne die geognostischen Verhältnisse zu berücksichtigen, das umgebende Gebirge, welches meist als „Monte Caprile" in den Beschreibungen erwähnt wird, der Seisser Alp verglichen; besonders hat **Schaubach**, der zu früh verstorbene gründlichste Kenner der deutschen Alpen, mit dem ihm eigenen Scharfblick diese Aehnlichkeit in prägnanten Zügen hervorgehoben. Hier ist nur der Unterschied, dass die Dolomite von mehreren Seiten, als an der Seisser Alpe, die Hochfläche umgeben und dass am Nordrande des Tuffplateau's das Liegende aller Sedimentärgebilde nicht durch Einen Steilabsturz, sondern durch ein breites Gebirgsland der älteren Trias erreicht wird. Auch sind die Thäler tiefer eingeschnitten. Die amphitheatralische Form der Kalkmassen, welche das flache Tuffgelände umgeben, veranlasste **Klipstein**, den „Monte Caprile" dem weitgeöffneten Krater eines Vulcans zu vergleichen. Dolomit und Kalk sollten die Wände, die Tuffausfüllung aber das vulcanische Innere desselben bilden. Doch dürfte es wol gewagt sein, mit dem bildlichen Vergleich die wirkliche Annahme zu verbinden. Wir können, wie wir bereits früher andeuteten, hier keineswegs Verwirrung, Ueberstürzung und unerklärbare Unordnung finden, sondern sehen in der Umgebung des „Monte Caprile" vielmehr einen regelmässigen, fast ganz ungestörten Schichtenbau. Wie aber hier, so in dem gesammten Tuffgebiet des Gader-Thales.

Betrachten wir nun die einzelnen Theile dieses Gebietes mit den einschliessenden Gebirgen, so werden wir auch hier neue Bestätigungen für die bisher überall nachgewiesenen Hauptmomente des Gebirgsbaues finden: dass ein in seiner Oberflächengestalt selbstständiges Gebirge der älteren Trias über dem Thonglimmerschiefer das älteste Glied der Sedimentärgebilde ist, dass darüber die Tuffe mit ebener Oberfläche ausgebreitet sind und diesen als jüngstes Glied die Dolomit- und Kalkmassive auflagern. Besondere Aufmerksamkeit werden wir hier, wie überall, den Epochen der Augitporphyr-Eruptionen zu widmen haben. Wir beginnen an der Grenze der nördlichen Vorlage des Tuffplateau's und schreiten gegen Süden fort.

Umgebung von St. Leonhard. Bei der oben beschriebenen Wanderung von Piccolein im Gader-Thal aufwärts zeigte es sich, wie zuletzt das System der älteren Trias sich an beiden Wänden steil in das Thal hinabsenkt und verschwindet. In der Höhe sind schon von Pederova an Buchensteiner Kalke, Wengner Schichten und Sedimentärtuffe angelagert. In der Tiefe des Thales werden die Verhältnisse unklar, es zeigen sich Eruptivtuffe und Conglomerate, bis man die zuerst von **L. v. Buch** beobachtete, in neuerer Zeit vielfach und ausführlich beschriebene Stelle an der **Costa-Mühle** erreicht, wo eine Gangmasse von Augitporphyr auftritt. Sie bietet dasselbe Verhältniss, welches wir bereits an zahllosen andern, von den gewöhnlichen Wegen der Touristen weiter ab liegenden Stellen beschrieben haben. Der Augitporphyr ist an der rechten Thalwand in steilen schwarzen Wänden entblösst, scheint aber auf der linken Seite nicht anzustehen. Seine gewöhnlichen Trabanten, die Eruptivtuffe, von den gröbsten ungeschichteten Reibungsconglomeraten durch bankförmig aufgethürmte Kalkbreccien und schwarze Tuffe bis zu den dichten Kalkschiefern mit Halobien, begleiten ihn, zum Theil aus der Tiefe heraufgehoben, zum Theil in diesem Niveau abgelagert. Tief wühlt die Gader ihr Bett durch diese Gesteine und erschliesst sie der Beobachtung. Höher an den Abhängen hinauf, sowie von der Costa-Mühle im Thale aufwärts, folgt, wie gewöhnlich, die ganze Reihe der Sedimentärtuffe, auf denen man St. Leonhard erreicht. Die Eruptions-

epoche des Augitporphyrs von der Costa-Mühle ist daher dieselbe, wie diejenigen, denen die Eruptivtuffe der Gegend von Wengen und Campil angehören. Auch etwas weiter nordöstlich, oberhalb der Artschara-Häuser, erschliesst eine steilwandige enge Schlucht eine Eruptivmasse mit massigen Tuffen aus dieser Epoche. Sie folgte dem Haupthorizont der Wenger Schichten.

St. Leonhard liegt, wie es das Profil VIII darstellt, gewissermassen in einem doppelten Thal, indem die Kalkgebirge an der Seite einen breiten Thalweg bilden und in diesen wiederum die Gader sich tief eingegraben hat. Der Fuss des östlichen Kalkwalles liegt 6500 Fuss hoch, die Thalsohle bei St. Leonhard unter 4300 Fuss. In dieser ganzen Mächtigkeit von 2200 Fuss besteht das Schichtgebirge aus regelmässig gelagerten Sedimentärtuffen mit Ausnahme des allerhöchsten Theils von vielleicht 2- bis 300 Fuss. Da man sich aber noch nicht im Liegenden dieser Tuffe befindet, so erhält man hier eine klare Vorstellung von ihrer ungeheueren Mächtigkeit. Steigt man östlich nach der Wallfahrtskirche von Heiligen-Kreuz hinauf, so überschreitet man die ganze Folge. Das Gestein wechselt fortwährend, aber in ermüdender Eintönigkeit wiederholen sich stets dieselben Abänderungen. Vorherrschend sind die dunklen, lockeren sogenannten doleritischen Sandsteine, selbst vielfachen Abänderungen unterworfen und hin und wieder unterbrochen durch schiefrige, den Wenger Schichten gleichende Gesteine und durch graue, an der verwitterten Oberfläche braune und oolithische Mergelkalke, wie sie für die Fauna von St. Cassian charakteristisch sind. Endlich bei Heiligen-Kreuz erreicht man jene höheren Schichten, welche wir bereits beschrieben haben [1]. Es zeigte sich, dass sie mit den Raibler Schichten beginnen, denen eine 20 Fuss mächtige Dolomitlage folgt. Darauf liegen dann die *Schichten von Heiligen-Kreuz*, eine an petrographischer Abwechselung reiche Folge von Gesteinen. Wahrscheinlich wird sich auch ein noch bunterer paläontologischer Wechsel nachweisen lassen, als dies bereits oben geschehen ist. Leider war mir aber wegen eines hereinbrechenden heftigen Schneewetters (am 10. Juli) nur eine flüchtige Skizzirung der Schichtenfolge gestattet und ich vermochte nur den Durchschnitt an der Wallfahrtskirche auszuführen, während die Vergleichung mit dem Schichtenbau an anderen Stellen unter den Dolomitwänden von der grössten Wichtigkeit für die richtige Erklärung sein würde. Denn man mag nun, welche Theorie es immer sei, aufstellen, so bietet das vollkommen vereinzelte Vorkommen einer so ausgezeichneten Fauna, von der nicht eine einzige Art je an einem andern Ort gefunden worden ist, doch grosse Schwierigkeit. Aus der Art der Gesteine und dem vielfachen und regelmässigen Wechsel derselben ergibt sich ebenso wie aus der Fauna und ihrem Wechsel und ihrer jedesmaligen bedeutenden Entwickelung, dass die ganze Ablagerung sehr lange gedauert habe. Die Gründe, welche vom paläontologischen und stratigraphischen Standpunkt zu erweisen scheinen, dass die Schichten von Heiligen-Kreuz eine Brackwasser-Ablagerung derselben Periode sind, in welcher sich die Dachsteinkalke im tieferen Meer niederschlugen, habe ich bereits angeführt. Aber auch die geognostischen Verhältnisse der weiteren Umgegend sprechen dafür. Es hatte sich bei der obigen Darstellung ergeben, dass bei Wengen und Campil der Boden des Tuffmeeres noch vor Beendigung der Tuffperiode trocken gelegt wurde und zur Zeit der grossen Senkung während des Riffbaues der Korallen, welche überhaupt nahe dem Hauptheerd der erloschenen vulcanischen Thätigkeit am bedeutendsten gewesen zu sein scheint, nicht bis unter das Meeresniveau gesenkt wurde, sondern Festland blieb. Daher keilt sich der Schlern-Dolomit schon südlicher über den Tuffen aus. Die Raibler Schichten greifen bereits weiter nach Norden und mit fortschreitender Senkung mussten die höheren, besonders aber die Ufer- und Brackwassergebilde mehr und mehr nach Norden vorgeschoben erscheinen. Es kommt nun hierzu noch ein zweiter Umstand, dies ist die Aenderung der

[1] Siehe oben „Schichten von Heiligen-Kreuz".

Hebungsaxe nach Ablagerung der Raibler Schichten. Bisher sind alle Verbindungslinien analoger Entwickelung, mithin eines Niederschlages in gleich tiefem Meer von West nach Ost gerichtet und scheinen weiterhin den Centralheerd zu umziehen, während die Verbindungslinien gleicher Entwickelung der Dachsteinkalke von Südwest nach Nordost gerichtet sind und die allmälige Trockenlegung von deren Oberfläche nach Südost vorschreitet, daher am Schlern die Entwickelung so ausserordentlich gering ist, am Monte Pelmo und Antelao so ausserordentlich bedeutend. Dieser Wechsel in der Art und Weise der Hebung an der Grenze der Trias- und Liasperiode, also gerade ungefähr zur Zeit der Ablagerung der Schichten von Heiligen-Kreuz, verdient bei Beurtheilung derselben in hohem Grad Interesse; denn es konnte dadurch leicht das brackische Wasser sich hier ungewöhnlich lange erhalten und dadurch die Ausbildung einer vollendeteren Fauna befördert werden. Allein zur bestimmteren Gestaltung dieses Verhältnisses gehören weitere und genauere Untersuchungen, als ich sie ausführen konnte.

Lassen wir die Kalkwände von Heiligen-Kreuz vorläufig unberücksichtigt und begeben wir uns im Tuffgebiet weiter thalaufwärts, so haben wir es bis Stern nur mit Sedimentärtuffen zu thun, in deren obersten Schichten stets mergelige Kalke eine bedeutendere Rolle spielen. Viele Schluchten ziehen sich von beiden Seiten nach dem Thal herab und sind von Kalkgeröll erfüllt. Schon in der Höhe am Fuss der Wände des Heiligen-Kreuz-Kofls sind mächtige Haufwerke desselben. Von dort greifen sie tief an den Thalwänden hinab.

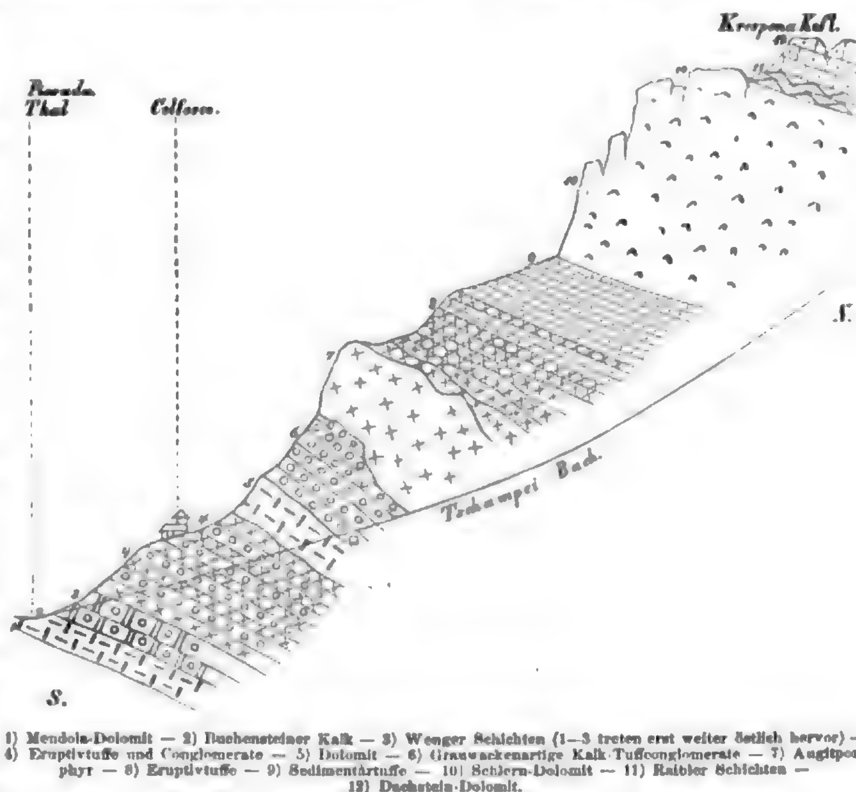
Bald theilt sich das Thal. Links kommt das Badia-Thal mit dem Hauptort St. Cassian herab, rechts das Pissada-Thal, welches in der Höhe das Campolungo-Thal aufnimmt. Wir wenden uns zuerst zu letzterem, betrachten dann den Bergrücken zwischen beiden Thälern und steigen von ihm nach St. Cassian hinab.

Umgebung von Stern, Colfosco und Corfara. Das Dorf Stern liegt am Abhang, darunter breitet sich im Thal eine kleine angeschwemmte Ebene aus. Aber bald wird das Thal enger, es verläugnet den Charakter des Tuffgebirges und man befindet sich plötzlich mitten in der älteren Trias; sie bildet zwischen Stern und Corfara eine kleine Anschwellung, über welche die Tuffe hinziehen, und zeugt wieder von den bedeutenden Unebenheiten des Meeresbodens in der Tuffperiode. Die Mendola-Dolomitbank zieht an beiden Abhängen in grossen Bogen aus der Tiefe herauf und fällt ebenso wieder in das Thal zurück. Ueber ihr erscheinen Buchensteiner Kalke und Wenger Schichten, unter ihr plattige Virgloria-Kalke und versteinerungsreiche Campiler Schichten. Ob in der Tiefe auch noch Seisser Schichten anstehen, konnte ich nicht entscheiden. Südöstlich erhebt sich über der Wand der Piz-Berg, nordwestlich Tuffgehänge und dann der Dolomit des Sass Sosander. Der innerste Theil des Piz-Berges besteht aus der erwähnten Auftreibung der älteren Trias; an beiden Seiten folgen darüber die Buchensteiner Kalke. Der vortrefflichen Entwickelung der *Wenger Schichten*, insbesondere in den tieferen Theilen bei Corfara, ist bereits Erwähnung geschehen. Ueber ihnen folgen an den Gehängen des Piz-Berges Eruptivtuffe. Wenn man von St. Cassian am linken Ufer des Baches nach Stern geht, so sind dieselben längs dem ganzen Abhang mit ihrem gewöhnlichen Charakter aufgeschlossen, einige Bäche führen auch Augitporphyr-Bruchstücke herab. Dasselbe beobachtet man oberhalb Corfara. Dann folgen die Sedimentärtuffe in beinahe söhliger Lagerung und bilden wahrscheinlich die Höhe des Piz-Berges. In der Nähe dieser Höhe muss auch die oben erwähnte Ablagerung von *Raibler Schichten* sich befinden, welche Herr **Feuerstein** entdeckte.

Noch ehe man Corfara erreicht, erweitert sich wieder der Thalboden und ist auch hier mit einer Alluvialebene erfüllt. Wahrscheinlich war hier ein kleines Seebecken, ehe die ältere Trias so tief wie gegenwärtig durchschnitten war. Die Häuser von Corfara stehen zum Theil noch auf dieser fruchtbaren

Ebene, zum Theil ziehen sie sich den Tuffgehängen hinan. Colfosco liegt in der Höhe derselben auf einer kleinen Terrasse.

Die Abhänge oberhalb Colfosco und von hier bis zum Grödner Jöchl bieten ein hohes Interesse. Colfosco selbst liegt auf jenen Eruptivtuffen, welche auch am Piz-Berg auftreten und so oft dem Haupthorizont der Wenger Schichten folgen. Geht man im Tschampei-Bach aufwärts, so überschreitet man eine sehr merkwürdige Schichtenfolge, der wir weiter nördlich und westlich noch nicht begegneten, während sie gegen Süden eine der gewöhnlichsten Erscheinungen wird. Das beifolgende Profil zeigt die rechte Wand der kleinen Schlucht. Ueber den Eruptivtuffen von Colfosco sollte man der Regel nach söhlig gelagerte oder flach geneigte Sedimentärtuffe erwarten. Statt dessen erscheint eine zweite Dolomitbank, welche nach Osten unter den Abhängen des Sass Sosander weit fortzieht, stets durch Eruptivtuffe und Buchensteiner Kalk vom Mendola-Dolomit getrennt. Ebenso zieht sie nach Westen längs dem ganzen Gehänge mit mehreren welligen Biegungen hin. Darüber folgen bankförmig geschichtete *grauwackenähnliche Conglomerate*, wie die des Gäns-Alpls, Kalkbreccien mit tuffigem Bindemittel u. s. w.; nach oben werden sie feinkörniger und nehmen Sandsteingefüge an. Plötzlich erscheint ein Augitporphyrfels, von Eruptivtuffen begleitet, und dann schwach geneigte Sedimentärtuffe, über denen bald der Schlern-Dolomit folgt. Es haben also hier zweimal Augitporphyr-Eruptionen stattgefunden und zwischen ihnen ein ruhiger Dolomit- und ein sehr bewegter Conglomeratniederschlag.



1) Mendola-Dolomit — 2) Buchensteiner Kalk — 3) Wenger Schichten (1—3 treten erst weiter östlich hervor) — 4) Eruptivtuffe und Conglomerate — 5) Dolomit — 6) Grauwackenartige Kalk-Tuffconglomerate — 7) Augitporphyr — 8) Eruptivtuffe — 9) Sedimentärtuffe — 10) Schlern-Dolomit — 11) Raibler Schichten — 12) Dachstein-Dolomit.

Wie die Dolomitbank, so lässt sich diese ganze Gesteinsfolge nach Ost und West verfolgen, indem die einzelnen Schichtengruppen Zonen längs den Gehängen bilden. Nur der Augitporphyr beschränkt sich auf isolirte Durchbrüche. Geht man von Colfosco den gewöhnlichen Weg nach dem Grödner Jöchl, so erreicht man in der Mitte des Weges an dem eben beschriebenen Abhang die schon durch L. v. Buch bekannt gewordene und gleich der Eruptionsstelle an der Costa-Mühle später oft wieder beschriebene und in der verschiedensten Weise aufgefasste Stelle, wo zwei Arme des Augitporphyrs heraufdringen und zwischen sich eine bedeutende, aus der Tiefe heraufgerissene Grauwackenmasse einschliessen sollen. Es braucht nach allem Vorhergegangenen kaum erwähnt zu werden, dass das Verhältniss ganz

und gar dem eben beschriebenen entspricht. Ueber einem Schutthügel erscheint eine Dolomitbank, die Fortsetzung der bei Corfara angeführten, darüber sind dieselben grauwackenähnlichen Conglomerate wie bei Corfara, an der Costa-Mühle, bei Campil, am Gäns-Alpl und westlich vom Grödner Jöchl. Sie erreichen hier wie überall eine bedeutende Mächtigkeit und werden nach oben feinkörnig, sandsteinähnlich. Zwei *Augitporphyrgänge* durchsetzen diese Schichtfolge und breiten ihre Masse darüber aus, aus der sich nun *Eruptivtuffe* entwickeln. Endlich folgen *Sedimentärtuffe* mit St. Cassian-Einlagerungen und der *Schlern-Dolomit* des Krespena-Kofls. Der Augitporphyr gehört also auch hier derselben zweiten Eruptionsepoche an, deren ersten entschiedenen Beweis die Gehänge oberhalb Corfara gaben.

Die Schichtfolge des Tschampei-Baches ist durch die Gehänge abgeschnitten, welche nach dem Grödner Jöchl hinanziehen. Es folgen Sedimentärtuffe, in denen das Joch eingeschnitten ist. Einen Durchschnitt des Joches und eine Beschreibung der Lagerungsverhältnisse gegen Westen haben wir bereits früher gegeben.

Folgt man von Corfara dem Campolungo-Thal, so ist eine Spur des bei Colfosco beobachteten Gebirgsbaues nur durch einen dolomitischen Fels und Eruptivtuffe angedeutet, welche oberhalb des Ortes in der Tiefe des Baches anstehen. Alle Thalgehänge sind einförmiges Sedimentärtuffland mit kräftigen Wiesen, tiefen Wasserrissen und schlüpfrigen Wegen, welche nach Regenwetter das Gebirge fast unzugänglich machen. Das linke Gehänge gegen den überlagernden Dolomit und der ganze obere Theil des Thales sind bewaldet, während der rechts mündende Rumai-Bach in vielverzweigten muldenförmigen Einschnitten in dem alpenbedeckten Grenzgebirge gegen Badia entspringt. In ungestörter Lagerung durchziehen die Schichten die tiefen Terrain-Einbuchtungen und sind oft in ausserordentlicher Mächtigkeit entblösst. Es beginnen von unten an einzelne unbedeutende Einlagerungen versteinerungsarmer mergeliger Kalke, die, mit Ausnahme der oolithischen Structur bei der Verwitterung, alle Eigenschaften der in den höchsten Lagen so reichen Schichten besitzen. Je höher diese Einlagerungen sind, desto mehr nehmen die Versteinerungen zu und desto manchfaltiger werden die Arten. Auf dem südlichen Uebergang über das Campolungo-Joch nach Araba erreicht man sie nicht, dieses Joch ist sehr niedrig und bleibt in der Mitte des Tuffsystems. Auch die Uebergänge über Le Sforzelle nach Pieve führen nicht bis in die Höhe der reichsten Schichten. Man steigt, um diese zu erreichen, im Rumai-Bach aufwärts nach dem

Prelongei-Berg und den Stuores-Wiesen. Dieses Grenzgebirge von Badia (St. Cassian), Campolungo-Thal und Livinallongo beginnt, wenn wir von der gegenwärtigen gegliederten Gestalt des früher gleichförmig gewesenen Tuffplateau's ausgehen, am Piz-Berg, zieht sich als ein einförmiger welliger Rücken von hier nach Süden und theilt sich am Prelongei-Berg, dem Centralpunkt der dreifachen Wasserscheide, in zwei Arme, welche südlich nach dem Livinallongo, nördlich nach den anderen beiden genannten Thälern abfallen. Ueber dem östlichen Arm erhebt sich der Dolomit des Set Sass. Wie das Profil XIV darstellt, hat man am Piz-Berg tiefere Schichten als am Fuss des Set Sass. Der Höhenrücken selbst bietet auf seiner berasten Alpfläche die meisten Entblössungen. Der Regen wäscht die Versteinerungen aus und man sammelt sie dann in dem aufgelösten Boden. Im festen Gestein sind sie meist sehr undeutlich und lassen sich nicht herauslösen. Die steileren Gehänge an den Seiten sind weniger günstig, da dort die Schichten unter steilem Winkel durchschnitten sind und die Versteinerungen, welche nur in den mergeligen Kalken, die innen grau, an der verwitterten Oberfläche braun und oolithisch sind, vorkommen, in geringerer Zahl herauswittern und sogleich vom Wasser herabgespült und fortgeführt werden, während auf der Höhe an einzelnen Stellen jene Mergelkalke in grösserer Erstreckung von Graswuchs frei sind. Sehr reiche und ausgiebige Stellen, welche bisher wenig ausgebeutet

wurden, fand ich am Fuss des Set Sass, wo auch die *Halobia Lommeli* noch einmal massenhaft auftritt.

Die Abhänge von dem Höhenrücken gegen St. Cassian sind ebenso einförmig wie das ganze Gebirge, doch haben sich die Gewässer schon von der Höhe an tief eingegraben und manche, wie der Peccol-Bach, durchschneiden an steilen Wänden eine reiche Folge von dunklen Tuffschichten, zwischen denen die helleren und dickschichtigeren Mergelkalke in langen Streifen herabziehen. Die kleinen, von den Bächen eingeschlossenen Rücken, die mit ihnen nach der Tiefe ziehen, sollen auch noch manche ergiebige Fundstätte von Versteinerungen enthalten.

Die Umgebung von St. Cassian bietet in der nächsten Nähe des Ortes dieselben Verhältnisse, wie die Gegend von Corfara. Die Sedimentärtuffe erheben sich in ihrer unendlichen Mächtigkeit westlich nach dem Prelongei, östlich zu den Abhängen unter den Mauern des Kalkes. Das Dorf ist klein und zieht sich an den Gehängen hinauf. Der Geistliche des Orts beherbergt die hieher reisenden Sammler von Versteinerungen. Nach der Ankunft eines Fremden drängen sich die Bewohner zahlreich heran und bieten ihre Versteinerungen unter dem Namen *Curretsch* aus. Doch erhält man ein Gemenge der Faunen von Heiligen-Kreuz, St. Cassian und anderen Orten, selbst der weiteren Umgegend, zusammen mit der Dachsteinbivalve von Set Sass, den Versteinerungen der Raibler Schichten vom Piz-Berg, vom Schlern und anderen Orten. Selbst einige Schnecken aus der Gosau und lebende Arten aus dem Adriatischen Meer fand ich unter den „Curretsch" vermengt.

Der Eruptivtuffe, welche bei St. Cassian mit Augitporphyr verbunden unter den Sedimentärtuffen liegen, habe ich bereits erwähnt. Sie sind am linken Abhang am vollkommensten entwickelt, finden sich aber auch am rechten an mehreren Orten.

Das dolomitische Quellgebiet der Gader betrachten wir später, um uns durch dasselbe nach dem Buchensteiner Thal zu wenden. Vorher werfen wir einen Blick auf die anderweitigen grossen Dolomit- und Kalkgebirge, welche das Gader-Thal zu beiden Seiten begleiten.

Dolomit- und Kalkgebirge, welche dem Tuffplateau zu beiden Seiten des Gader-Thales aufgesetzt sind.

Das Pordoi-Gebirge. Der mächtige Gebirgsstock, um welchen sich das Volk der Badioten lagert und den wir bereits im Eingang als den Knotenpunkt des Flussnetzes in unserem Gebiet darstellten, führt in jedem der vier volkreichen Thäler, welche von ihm ausgehen, einen anderen Namen, da ihn die Bewohner jedes Ortes nach dem Gipfel benennen, der ihnen am meisten in die Augen fällt. Man nennt ihn im Gröden das Sella-Gebirge, im Colfosco den Pissada, im Livinallongo das Campolungo-, im Fassa das Pordoi-Gebirge. Ob der letztere Name wirklich durch die Höhe des Pordoi den Vorzug verdiene, ist nicht entschieden, da noch keine Messungen der sehr schwer zu besteigenden, zum Theil unersteiglichen Gipfel vorliegen. Doch ist das Fassa-Thal das volkreichste der vier Thäler, daher der Name Pordoi im häufigsten Gebrauch, und er wurde bereits in mehreren Schriften, insbesondere von **Schaubach**, angewendet.

Das Gebirge ist rings vom Tuffplateau umgeben und erhebt sich als ein wahres Massiv allseitig mit senkrechten Wänden über dasselbe. An vier Seiten, in Ost, Nord, West und Süd, führen Jochsteige, die wichtigsten weit um, unmittelbar unter den imposanten Wänden hin. Ein zackiger Dolomitgrat läuft meist von der Hauptmasse aus gegen das Joch herab. Steht man in den Thälern, so sieht man Schluchten von furchtbarer Wildheit, mit Geröll erfüllt und von zerrissenen Wänden eingeengt, tief in das Innerste des Felsgerüstes ziehen. Sie enden oft über einem steilen Absturz und viele von ihnen sind unzugänglich. Steht man auf einem Höhepunkt der Umgebung, so sieht man über einer starren weissen Felswand

eine kleine, schwachgeneigte Stufe und dieser ein geschichtetes Gebirge aufgesetzt, welches sich zu einer Unzahl in einzelne Gräte angeordneter Pyramiden erhebt. Jene starre Wand gehört dem eigentlichen Gerüst des Berges an, welches aus *Schlern-Dolomit* besteht und wie am Schlern selbst ein Korallenriff ist. Die sanfte Stufe über der Wand wird durch die leicht zerstörbaren dolomitischen und reinen Sandsteine der *Raibler Schichten* veranlasst, während die geschichteten Gesteine der Höhe *Dachsteinkalk* und in dem unteren Theil wahrscheinlich *Dachstein-Dolomit* mit Bohnerz sind. Im Süden setzt das Pordoi-Gebirge in der Cima Pasni fort, welche nur durch die Einsattelung des Joches zwischen Araba und Campidello von der Hauptmasse getrennt ist und gleichfalls allseitig auf Tuffen ruht, aber nur aus Schlern-Dolomit besteht.

Verfolgt man den Fuss des Gebirges in seinen einzelnen Theilen, so sieht man überall, wo zwischen den Dolomit-Trümmern ein deutlicherer Aufschluss ist, die unmittelbare Auflagerung des Schlern-Dolomits auf Tuffen. Nirgends findet sich jenes Lagerungsverhältniss, welches wir am Westabhang des Schlern und am Nordabhang des Langkofls kennen lernten, wo die ältere Trias als Ufer oder Insel über das Niveau der Tuffe hinausreicht und stellenweise unmittelbar den Dolomit trägt. Am Nordwestabhang ist diese Lagerung beinahe erreicht, indem hier die Tuffe sich nur in geringer Mächtigkeit dazwischen schieben; in allen anderen Theilen aber ist ihre Gesammtmasse ausserordentlich bedeutend, so von Araba gegen den Campolungo-Spitz, von Corfara gegen den Masor-Spitz u. s. w. Die vorspringenden Gräte des Dolomits in der Höhe der Jochübergänge sind meist die deutlichsten Stellen für die Beobachtung der Lagerung. — Der Schlern-Dolomit folgt am Pordoi-Gebirge, wie an allen anderen Gebirgen, allen Unebenheiten des Tuffplateau's, so dass er in dessen niederen Theilen tiefer hinabreicht, als in den höheren. Die obere Grenze scheint gleichmässiger zu sein. Doch senkt sich die Hochfläche von den Rändern des Gebirges gegen die Mitte, wie man in den wilden Tobeln beobachtet, welche aus dem Innern des Gebirgsstockes kommen. Die Raibler Schichten folgen dieser Fläche und scheinen überall eine ungefähr gleiche Mächtigkeit zu bewahren. Sie stehen daher dort, wo in den tieferen Theilen der Tuffoberfläche der Dolomit anwächst, in grösserer relativer Höhe an, als dort, wo derselbe durch eine Erhöhung seiner Grundlage an Mächtigkeit verliert. Bei den vier Jochübergängen findet das letztere im bedeutendsten Masse statt, daher man zum Beispiel über dem Grödner und Pordoi-Joch die Stufe der Sandsteine in unbedeutender Höhe sieht. Das Pordoi-Joch ist 7132 Fuss hoch (Trinker); der Dolomit mag bis 7600 Fuss hinaufreichen, und da die Höhe des ganzen Gebirges sich auf 8- bis 9000 Fuss schätzen lässt, so bleibt nach Abzug der unbedeutenden Raibler Schichten immer noch eine bedeutende Mächtigkeit für den Dolomit und Kalk des unteren Lias. Auf der höchsten, fast unzugänglichen Spitze des Pissada sollen sich nach der Aussage eines Bauern viele Versteinerungen finden, von denen ich nichts erhalten konnte.

Das Guerdenazza-Gebirge. Dieser Name ist noch willkürlicher als der des vorigen Gebirges. Die ganze Gebirgsmasse ist bedeutend ausgedehnter und reicher gegliedert, die Benennungen der einzelnen Theile sind noch weit manchfaltiger. Denn das Volk kennt nur Berge, aber keine Gebirgscomplexe, und die Namen für diese müssen willkürlich geschaffen werden. Die Ausdehnung des mächtigen Massivs beträgt ungefähr eine Quadratmeile, und dies ist sehr bedeutend, wenn man bedenkt, dass dasselbe drei Flussgebieten und einer noch weit grösseren Zahl selbstständiger Theile dieser Flussgebiete angehört. Von jedem dieser Theile ist der Anblick ein ganz verschiedener und so bleibt dem Volk der Begriff der Einheit des Ganzen verborgen oder findet doch wenigstens keine Anwendung im praktischen Leben. Der Name Guerdenazza-Gebirge wurde von dem massenhaftesten, gegen das Gader-Thal schauenden Theil des Gebirges entlehnt.

Zwei von Südwest nach Nordost gerichtete Einsenkungen theilen das Gebirgsmassiv in drei Theile. Die senkrecht darauf gerichtete Wasserscheide verbindet diese drei Theile, senkt sich zwischen ihnen selbst zu zwei Gebirgspässen herab und lässt die Gewässer des Guerdenazza-Gebirges nach zwei Richtungen, Südwest und Nordost, abfliessen. Dem südwestlich gerichteten Tschisler Bach entspricht der Pares-Bach nach Nordost; dem Langen Thal, welches bei Santa Maria in das Gröden mündet, folgt jenseits des Joches das Zwischenköfl-Thal. Der Col delle Pierres und das Forcella-Joch bilden den mittleren Theil des Gebirges zwischen beiden Einsenkungen, die Geissler-Spitzen mit dem Sobatsch-Berg den nordwestlichen, der Guerdenazza mit dem Puez-Berg, Sass Sosander und Krespena-Kofl den südöstlichen Theil. Wir haben dieses Gebirge bereits im Vorigen von allen Seiten kennen gelernt und haben nun blos noch die Resultate zusammenzufassen und nach den höheren Theilen hinanzusteigen.

Es fällt bei einem flüchtigen Blick auf die Karte auf, dass in der ganzen südöstlichen Hälfte des Gebirges der Dolomit und Kalk an die Tuffe, in der nordwestlichen aber an den Mendola-Dolomit der älteren Trias grenzen. Die Beobachtung in der Natur zeigt in beiden Fällen eine Auflagerung auf die entsprechenden Gesteine und dies deutet auf das schon von vielen anderen Orten angedeutete Verhältniss: Zur Zeit des Tuffmeeres ragte der nordwestliche Theil der Grundlage des Gebirges mit einer Bedeckung von Mendola-Dolomit als Uferland aus dem Wasser hervor, die Uferlinie verlief unter dem Col delle Pierres hinweg nach der Gegend des Sobatsch-Berges, der ganze südöstlich von dieser Linie gelegene Theil erfüllte sich mit Tuffen und nach deren Ablagerung setzte sich der Dolomit theils auf diesen Niederschlägen, theils auf dem vormaligen Uferlande ab. Ihm folgten dann die weiteren Niederschläge der höheren Theile des Gebirges.

Verfolgen wir nach dieser allgemeinen Uebersicht die einzelnen Theile des Gebirges den Abhängen entlang, so haben wir an der Mündung des Langen Thales bei Santa Maria einen geeigneten Ausgangspunkt an den mächtigen Dolomitpfeilern, welche sich zu beiden Seiten des Einganges erheben und den Tuffen auflagern. Nordwestlich nach der Höhe der Wasserscheide gegen den Tschisler Bach keilen sich die Tuffe aus und der Dolomit lagert bald nur noch auf Mendola-Dolomit, während nach Osten gegen die Höhe des Grödner Joches die Tuffe sich zu einem Gebirge unter dem Dolomit erheben und dieser mit seiner Grundfläche den Unebenheiten der Unterlage folgt, indess in der Höhe die Raibler Schichten in stets gleichem Niveau die Söhligkeit der oberen Fläche des Schlern-Dolomits anzeigen. Der Krespena-Kofl besteht aus Schlern-Dolomit und wiederholt dessen bekannte bizarre Formen. Vom Grödner Jöchl aus bleibt der Fuss des Schlern-Dolomits in ungefähr gleicher Höhe. Unter seinen rauhen Gehängen breiten sich Wiesengehänge auf Sedimentärtuffen mit St. Cassian-Einlagerungen aus. Der Weg ist sehr schlüpfrig und führt durch tiefe Wasserrisse. Endlich erreicht man das tief eingerissene Tschampei-Thal. Dort, wo dasselbe den Dolomit verlässt, erhebt sich der Sass Sosander und hinter ihm eine wilde Dolomitwelt. Man erkennt hier von Weitem allenthalben die Zone der Raibler Schichten, welche die starren Dolomitgehänge von den geschichteten Pyramiden und überhängenden gerundeten Kuppen der unteren Liasgebilde trennt. Der höchste Theil des Sass Sosander, den man vom Tschampei-See aus erreicht, besteht aus den letzteren. Von hier aus kann man auch den Guerdenazza bequem besteigen. Die Pyramidenformen der Liaskalke dehnen sich hier zu weiten klippigen Plateaux mit unebener Fläche aus. Die Gehänge stufen sich mit sanfter Neigung treppenförmig ab und nur selten stellen sich dem Bergsteiger steilere, wohlgeschichtete Wände entgegen. Die Vegetation auf diesen freien Höhen ist nicht bedeutend, aber äusserst kräftig, und gibt einen vortrefflichen Alpnutzen.

Geht man am Fuss des Sass Sosander und des Guerdenazza weiter hin, so befindet man sich fort-

während auf Sedimentärtuffen unter den Dolomitwänden, aber die Ueberlagerung durch letztere wird durch das massenhaft angehäufte Dolomitgeröll verhüllt. Endlich erreicht man das Zwischenköfl-Thal. Es theilt sich nach oben in viele Arme, welche tief in das Kalk-Dolomitgebirge eingreifen, und ist mit einem unendlichen Trümmermeer erfüllt. In einiger Höhe liegt in schauriger Wildniss eine einsame Schafalpe, die Zwischenköfl-Alp. Von ihr aus führt der schon früher genannte Jochsteig nach dem Langen Thal und nach Santa Maria im Gröden. — Nach einem mächtigen Vorsprung folgt das Thal des Pares-Baches, welches gegen Campil hinabzieht und bereits bei der Umgebung dieses Orts zum Theil erörtert wurde; es erwies sich als eine aufgebrochene Hebungswelle der älteren Trias, über deren grössten Theil die vor dem Aufbruch abgelagerten Tuffe hinwegziehen, während der höhere Theil über das Niveau der Tuffe hinausragt und unmittelbar die Gesteine höherer Formationsglieder trägt. Auch der ausgezeichneten und auf das Klarste aufgeschlossenen Schichtfolge an den Wänden der Geissler-Spitzen und des Sobatsch-Berges gegen das Vilnösser Thal ist bereits Erwähnung geschehen, sowie endlich der Lagerungsverhältnisse in der oberen Thalstrecke des Tschisler Baches.

Ueber die Art und Weise des Lagerungsverhältnisses der Gesteine des Guerdenazza-Gebirges gegen ihre allgemeine Grundlage waltet somit kein Zweifel. Allein, wie ich bereits früher erwähnt habe, vermochte ich die Gliederung der Dolomite und Kalke selbst untereinander nicht mit hinlänglicher Sicherheit durchzuführen, da ich zur Zeit meines Besuches der Gegend diesen Umstand nicht hinreichend berücksichtigte; doch wäre dieselbe für die Darstellung der Geschichte des Landes, namentlich für die periodischen Hebungen und Senkungen, von grosser Wichtigkeit. Besonders gilt dies für den nördlichsten Theil des Kalkstockes. Für die Richtigkeit der auf der Karte durchgeführten Formationsbestimmung, wonach der Schlern-Dolomit mit den Raibler Schichten, der bei Schloss Wolkenstein noch eine so bedeutende Mächtigkeit besitzt, sich gegen Norden allmälig auskeilt und seinem Hangenden, den Liaskalken, die Alleinherrschaft überlässt, spricht besonders das vollkommen analoge Verhalten an der jenseitigen Thalwand bei Heiligen-Kreuz.

Gebirge des Heiligen-Kreuz-Kofls. Während sich im Westen einzelne isolirte grosse Gebirgsmassive über dem Tuffplateau des Gader-Thales erheben, wird dasselbe im Osten von einer zusammenhängenden mächtigen Kalkmauer begleitet, welche der westlichste Abfall der ausgedehnten Ampezzaner Kalk-Alpen ist. Bereits haben wir ein allgemeines Bild von ihrem Charakter entworfen und den nordwestlichsten Theil, das Gebirge der Hoch-Alpe, näher betrachtet. Wir schreiten nun gegen Süden vor, wo uns überall aus der früheren Darstellung die Grundlage, das Tuffgebirge, bereits bekannt ist. Das Rauhthal, welches tief aus dem Innern des Kalkgebirges entspringt, gewährt an seinen rauhen Steilwänden die ersten deutlichen Aufschlüsse über den Gebirgsbau. In dem untern Theil desselben herrschen allein jene wohlgeschichteten Kalke, welche wir nach der Analogie mit südlicher angrenzenden Gegenden dem unteren Lias zurechnen müssen. Den oberen Theil besuchte ich nicht. Doch scheint es, dass der Seekopf, das Campo Rosso, die Crepa del Ravino und Crepa di Rudo in ihren Gipfelmassen aus rothen Kalken einer höheren Formation bestehen. Bei der Ruine Peutelstein an der Ampezzaner Strasse werden eine grosse Anzahl von Bruchstücken dieses rothen Kalkes herabgeführt und die Herren Bergrath **Foetterle** und **H. Wolf** erkannten bei ihren geognostischen Aufnahmen in diesem Gebiet (nach mündlicher Mittheilung) nach Gestein und Versteinerungen in jenen Blöcken ein Glied der Jura-Formation, welches in der Gegend von Ampezzo häufig und in grosser Ausdehnung vorkommt und gegen Osten und Süden mehr und mehr zunimmt. Wir werden noch mehrfach auf den Umstand zurückkommen, dass alle höheren Formationen unseres Gebietes im Westen in höherem Niveau vorkommen, als im Osten, so zum Beispiel die Dachstein-Kalke, welche auf dem Schlern in 8000 Fuss Höhe beginnen, am Pordoi-

Gebirge zu 6500 Fuss, am Set Sass noch tiefer herabreichen und bei Ampezzo schon in ungefähr 5000 Fuss beginnen. Ebenso ziehen die rothen Jurakalke, welche hier in den Gebirgen um den Ursprung des Rauhthales in grosser Höhe beginnen, weiter gegen Süden und Osten mehr und mehr in tiefere Gegenden herab.

Zwischen Rauhthal und Wenger Thal erhebt sich das mächtige Gebirge der Eisengabl mit dem Sella-Berg und dem Pares-Berg bei Wengen als nordwestlichstem Ausläufer. Sie bestehen aus denselben geschichteten grauen Kalken wie die Hoch-Alpe und die Gehänge im unteren Theil des Rauhthales. Die Kalke des Pares-Berges lagern unmittelbar auf jenen Mendola-Kalken, welche durch ihre schroffe, inselförmige Erhebung ein so wesentliches Element im Gebirgsbau von Wengen sind. Schon ein wenig weiter aufwärts bei Spessa ist diese Unterlage verschwunden und statt ihrer erscheinen Tuffe.

Um das Gebirge des Heiligen-Kreuz-Kofls kennen zu lernen, stieg ich im Wenger Thal aufwärts nach der Fanis-Alp, von hier nach der Höhe des Kofls und am Verella-Berg hinab nach St. Cassian. Der Weg führt von dem kleinen Dorfe aus lange über Sedimentärtuffe hin. Links erheben sich die Steilwände des Crosta- und Pares-Berges, unter denen man lange Zeit hingeht. Hoch über ihnen sieht man steile Gehänge mit spärlicher Vegetation, welche zur Schafweide benutzt wird. Schon dieser Umstand widerlegt jede Möglichkeit einer dolomitischen Natur jener Höhen. Rechts ragen jenseits des tiefen Thales die geschichteten Wände des Heiligen-Kreuz-Kofls hoch aus ihren Schutthalden auf. Beide Bergmassen treten näher und näher zusammen, um die hohen, steilen und zackigen Wände eines engen, mit Schutt und Trümmern erfüllten Thales zu bilden. Der landschaftliche Contrast im Charakter dieser oberen gegen die früher betrachtete untere Strecke des Wenger Thales ist ungemein scharf. Ehe man die Engen betritt, erreicht man in der Thalsohle die Eruptivtuffe von Spessa. Weiterhin ist Alles von Kalktrümmern bedeckt und nur zuweilen verräth ein Bruchstück von Conglomerat mit tuffigem, fast augitporphyrartigem Bindemittel die Gegenwart anderer Gesteine unter den Trümmerhalden. Zirbeln und Lärchen bedecken den unfruchtbaren Boden bis hinauf zu den Wänden. Zwischen ihnen wuchern langgestreckte Knieholzgebüsche, zwischen denen ein enger Fusspfad gebahnt ist. Zuweilen führt er über das breite, von aller Vegetation entblösste, aus blendend weissen Geröllen gebildete Flussbett. Im Frühjahr und bei starken Regengüssen brechen hier verheerende Fluthen herein, sonst ist das Geröll wasserleer. Die Wände zur Rechten und Linken sind bis auf die höchsten Höhen wohlgeschichtet und bestehen ganz aus Kalk. Unter den zahlreichen Bruchstücken, welche ich untersuchte, fand ich nicht eine Spur von Dolomit. Um einen nach Norden vorspringenden Rücken biegt das Thal und der Weg nach Süden um. Von nun an ist man von allen Seiten von Kalk umstarrt, zwischen dessen Wänden das Geröll nach einer schneebedeckten Scharte im Hintergrunde hinanzieht. Eine Stunde lang steigt man auf dem nachgiebigen eckigen Schotter zu ihr hinan und erreicht damit den oberen Theil des Klein-Fanis-Thales, welches nach kurzem Lauf in das Val di Rudo oder Rauhthal mündet. Der Bergzug zur Rechten stürzt auf eine Hochebene ab, welche das Quellgebiet des kleinen Thales bildet. Dies ist die Alpe Klein-Fanis. Selten kann man die Natur der Kalk-Alpen in ihrer Grossartigkeit und Wildheit in der Weise kennen lernen wie in dieser Felsenwelt. Unübersehbar dehnt sich die Steinwüste aus, zahllose Hochgipfel, von tiefen und schroffen Thälern unterbrochen, starren daraus hervor. Wie eine Oase breitet sich mitten darin die Alpe aus, deren kräftige Vegetation hinreichende Nahrung für die zahlreichen Rinderheerden der nächsten Dörfer gibt.

Die Fanis-Alpe besteht aus dickgeschichtetem Kalk, dessen Schichten von Norden, Westen und Süden dem Innern der Alpe zufallen und nach einer hoch hervorragenden Randerhebung durch steile Wände abgeschnitten sind. Die höchste, vollkommenste und längste Mauer bildet der Westabfall. Sie zieht vom

Wenger Thal oberhalb des Armentara-Berges und der Wallfahrtskirche von Heiligen-Kreuz vorüber bis zur Mündung des grossen Fanis-Thales, welches zwischen Fanis-Spitz und Lagazuoi herabkommt. Im ganzen Verlauf ist der mauerförmige Charakter in gleicher Vollkommenheit ausgebildet; er zeichnet das Heiligen-Kreuz-Gebirge von den weitesten Aussichtspunkten aus. Nach allen anderen Seiten stürzt der mächtige Kalkstock in schroffe Thäler ab, welche aber nicht bis unter den Kalk hinabreichen. Auf demselben Stock liegt südlich von Klein-Fanis die Alpe Gross-Fanis auf einer höheren Stufe. Ein steilwandiger, tiefer Einschnitt trennt beide Alpen. Durch ihn fliesst ein Bach, der mehrere See'n bildet und nach kurzem Lauf in dem klippigen Kalk ebenso plötzlich verschwindet, wie er hervorbrach.

Von den Alphütten erreicht man die Spitze des Heiligen-Kreuz-Kofls in drittehalb Stunden ohne Mühe und Gefahr. Die dicken Kalkbänke sind allenthalben stufenförmig abgebrochen und umgeben mit ihrem Ausgehenden amphitheatralisch kleine Kessel. Einer derselben ist in öder Einsamkeit mit dem grünen Spiegel des Perom-See's erfüllt. Steigt man von ihm rechts auf die Höhen, so übersieht man das Plateau, das Bild eines versteinerten Meeres. Lange Kalkwellen mit abgestuften Gehängen durchziehen die Fläche von Norden nach Süden und steigen nach beiden Richtungen gegen die höheren Gipfel des Randes an. Oft ist die Fläche Einer Schicht weithin kahl entblösst. Risse und Spalten durchsetzen sie in unergründliche Tiefe und sind meist mit Wasser erfüllt. Oede und still ist es auf diesem rings geschlossenen Felsenmeer; nur hin und wieder begegnet man der seltenen Erscheinung einer Gemse oder eines aufflatternden Schneehuhns. Im Westen erhebt sich majestätisch der eigentliche Heiligen-Kreuz-Kofl, das Ziel der Wanderung, im Süden der Verella-Berg und Stiga-Spitz, und im Osten, wo sich die Wildniss nach der belebteren Alpe und dem Quellgebiet des Rauhthales senkt, erscheinen dahinter die Felskämme und Schroffen der ferneren Ampezzaner Kalkberge. Eine Eigenthümlichkeit der Berge, welche den Kessel der Fanis-Alpe umgeben, sind die ausgedehnten Entblössungen, mit denen eine und dieselbe Schicht den Abhang eines Berges von der Spitze bis zum Fusse oder die Oberfläche einzelner Kalkwellen bildet. Leicht erreicht man die Spitze des Heiligen-Kreuz-Kofls. Man steht hier auf der höchsten Höhe der Kalkwand des Gader-Thales und sieht beinahe senkrecht unter sich die 3000 Fuss tiefer gelegene Wallfahrtskirche von Heiligen-Kreuz, welche man auf einem unbequemen Weg durch eine Spalte im Kalkstein erreichen kann.

In einer Stunde erreicht man vom Gipfel aus eine Scharte, welche sich nördlich vom Verella-Berg in den Hochrand der Umwallung niedersenkt. Der Verella gabelt sich von der Spitze aus in einen nordwestlichen und einen nordöstlichen Ausläufer. Jener zieht gegen das Tuffplateau hinab, wo er schnell endigt, dieser verläuft auf der Fanis-Alpe. In dem stumpfen Winkel zwischen beiden entspringt ein dritter Grat, welcher in seinem nördlichen Theil den eigentlichen Heiligen-Kreuz-Kofl bildet. An seiner Ursprungsstelle ist die Scharte eingesenkt, der Anfang einer Schlucht, welche zwischen ihm und dem nordwestlich gerichteten Arm hinabzieht. Kurz, ehe man vom Kofl aus die Einsattelung erreicht, kommt man zu der früher erwähnten Schicht, welche mit Terebrateln dicht erfüllt ist. In dem gesammten Gebirge fand ich nicht eine einzige Versteinerung ausser dieser massenhaft auftretenden Brachiopodenart. Ueber derselben folgen bräunlich verwitternde Kalke, die nordwestlich eine der Anhöhen des Randes bilden, darauf die gewöhnlichen grauen Kalke, das Hauptgestein des Gebirges. Von der Scharte an beginnen wieder Trümmerhalden von ausserordentlicher Steilheit, welche die enge Schlucht erfüllen. Man schiebt ohne Weg schnell auf ihnen abwärts und erreicht in einer Stunde St. Cassian. Ob hier die Heiligen-Kreuz-Schichten mit ihren Begleitern zwischen den Tuffen und Liaskalken fortsetzen, vermochte ich nicht zu entscheiden, doch ist es sehr wahrscheinlich.

Pasqua-Berg — Val Parola — Set Sass — Uebergang nach Buchenstein. Von den beiden Thälern,

welche sich bei Stern zum eigentlichen Gader-Thal vereinigen, haben wir früher das südwestliche, von Corfara und Colfosco kommende, und seinen östlichen Scheiderücken, den versteinerungsreichen Prelongei-Berg, ausführlich betrachtet, das südöstliche aber mit St. Cassian nur so weit, als es in den Tuffen liegt. Wir steigen nun in dem letzteren zu dem vom Kalk- und Dolomitgebirge umgürteten Quellgebiet hinan. Es ist dies der südwestlichste Ausläufer der Ampezzaner Alpen, welcher sich von dem mächtigen Stock des Monte Lagazuoi trennt und vielverzweigt nach Südwesten zieht. Er bildet hier die Einsattelung der Valparola-Alp, über welche der Weg von St. Cassian nach Buchenstein führt, erhebt sich darauf zur Valparola-Spitze und endigt nach dieser Richtung an dem vorspringenden Gipfel des Set Sass. Dieser sendet noch einen Arm nördlich aus, welcher mit einem anderen von der Valparola entspringenden das Chiumena-Thal, die Wiege des Gader-Thales, umschliesst. Das gesammte Gebirge erstreckt sich als ein breiter Keil in das Tuffland und fällt mit steilen Wänden auf dasselbe ab. Es besteht selbst aus Schlern-Dolomit, Raibler Schichten und Dachstein-Dolomit, deren Verhältnisse wir bei dem Nachweis der letzteren Formation bereits auseinandergesetzt haben.

Geht man von St. Cassian aufwärts, so erreicht man im oberen Thal, gerade dort, wo die Tuffe den höheren Gebilden weichen, die Alpe „in der Schmelz", nach Eisenschmelzhütten genannt, welche früher hier gestanden haben und den venetianischen Ländern das seiner Güte wegen berühmte *Ferro di Agnello* lieferten. An der östlichen Thalwand sieht man vom Fuss des Fanis-Berges an über das Gross-Fanis-Thal hinweg und weiterhin am Fuss des Pasqua-Berges eine mächtige Dolomitbank hinziehen. Es ist Schlern-Dolomit, welcher auf den Tuffen ruht. Auch die Wand über der Schmelz dürfte daraus bestehen. Wie am Pordoi- und Guerdenazza-Gebirge zeigt sich über dieser Bank eine sanftere Stufe an den Gehängen, welche von Raibler Schichten gebildet wird. Darüber erheben sich die geschichteten Dachstein-Kalke und Dachstein-Dolomite. Bei der Schmelz theilt sich das Thal nochmals. Südöstlich steigt man hinauf nach der Valparola-Alp und in das Buchensteiner Thal, südwestlich in das Chiumena-Thal. Der Gebirgsbau ist durch mehrere bedeutende Verwerfungen, wie sie in den höheren Formationen in keinem anderen Theil unseres Gebietes zu beobachten sind, undeutlich. Die Hauptverwerfung, wie sie oben dargestellt ist, scheint den ostwestlichen Lauf der obersten Thalstrecke von Chiumena zu veranlassen. Sie beginnt an dem Rücken, welcher nördlich von Set Sass ausgeht, und scheint am Nordabhang der Valparola fortzusetzen, so dass sie gerade auf den kleinen See trifft, welcher sich südlich vom Jochübergang ausbreitet; an der Strada degli tre Sassi scheint sie sich zu verlieren, so zwar, dass das ganze nördlich angrenzende Gebirge dem nördlichen Theil des verworfenen Systems angehört. Alle Schichten nördlich und südlich dieser Hauptverwerfungsspalte fallen im Allgemeinen nach Nord, mit geringen Schwankungen nach Nordwest und Nordost. So ist die Neigung am Set Sass 25° nach Nord. Der ganze Abhang des Berges von seiner südwestlichen höchsten Ecke aus bildet eine einzige abschüssige Platte. Wo man die Verwerfungsspalte erreicht, geht die nördliche Fallrichtung in eine nordwestliche über und der Neigungswinkel ist steiler; aber bald nimmt er ab und am äussersten Ende lagern die Schichten beinahe söhlig.

c. *Livinallongo und Buchenstein.*

Das dritte Badioten-Thal, welches am Pordoi-Gebirge entspringt und bis zu den Grenzen von Tyrol in das Tuffplateau eingesenkt ist, wird vom Cordevole durchströmt, der sich zwischen Belluno und Feltre mit der Piave vereinigt. Das Hauptthal mit den Orten Araba und Pieve führt den Namen Livinallongo, das von der Valparola herabkommende Nebenthal mit dem Dorf Andraz den Namen Buchenstein. Das vereinigte Thal bildet durch eine kurze Strecke die Grenze gegen das Herzogthum

Venedig; bald darauf nimmt es bei Caprile auf venetianischem Gebiet von Osten das Thal La-Fiorentina, von Westen das Val di Marmolata auf, bildet den Lago d'Alleghe am Fuss des mächtigen Monte Civitá und fliesst über Agordo der Piave zu. So naturgemäss die südlicheren Gebiete, insbesondere die Gegend von Agordo, in den Bereich unserer Betrachtung fallen müssten, beschäftigen wir uns doch hier nur mit dem nördlichen Thalsystem bis Caprile, da jene Gegenden zur Zeit meiner Anwesenheit von den Herren Bergrath **Foetterle** und **H. Wolf** einer geognostischen Aufnahme unterworfen und von mir gar nicht berührt wurden.

Livinallongo und Buchenstein haben ein sehr charakteristisches Merkmal durch die Tiefe, zu der sie eingesenkt sind, und ihre enge, schluchtenartige Gestalt. Das erstere hat nur Eine Erweiterung des Thalbodens bei Araba; weiter abwärts halten sich die Ortschaften hoch oben auf dem nördlichen Gehänge, während Buchenstein überhaupt fast gar nicht bewohnt ist und die Ortschaft Andraz an der einzigen Stelle angebracht ist, wo beide Thalwände sich zu einer kleinen ebneren Fläche verbinden. Mit gleichem Charakter, fast noch enger und tiefer, fliesst der Cordevole-Bach nach der Vereinigung weiter, bis sich bei Caprile plötzlich das Thal erweitert und von nun an volkreiche Ortschaften in seiner Thalsohle aufnimmt. Zwar treten diese noch öfters eng zusammen, allein sie lassen doch in der Tiefe zu wiederholten Malen einen kleinen bewohnbaren Raum. Wie das Thal von Caprile abwärts politisch zum venetianischen Gebiet gehört, so auch der Bevölkerung, der Bauart der Häuser und allen anderen Beziehungen nach. Es ist streng abgesondert von den oberen Theilen. Um diese zu erreichen, muss man unmittelbar von Caprile an zu steilen Höhen ansteigen. Es herrscht daher von Pieve und Andraz mehr Verkehr mit Corfara und dem Fassa-Thal als mit den Ortschaften am unteren Cordevole. Der innere Gebirgsbau hat zwar, wie aus den gründlichen Untersuchungen von **Fuchs** hervorgeht, in beiden Theilen grosse Aehnlichkeit, allein die physikalischen Grenzen sind hier mehr bestimmend gewesen und haben die Volksstämme auseinander gehalten.

Der geognostische Bau ist in seinen Grundzügen derselbe wie in anderen Theilen des Tuffplateau's. Auch hier bildet die ältere Trias in der Tiefe ein älteres Gebirge mit selbstständiger Oberfläche, darüber breiten sich Eruptivtuffe und Sedimentärtuffe in grosser Mächtigkeit aus und tragen die isolirten Dolomit- und Kalk-Auflagerungen. Auf dem Tuffplateau ist im Allgemeinen die Wasserscheide gegen die angrenzenden Flussgebiete. Aber an den Knotenpunkten der Scheidelinien sind jene stockförmigen Massen aufgesetzt, so im Nordwesten das Pordoi-Gebirge an dem mehrfach genannten Knotenpunkt der vier Badioten-Thäler, im Nordosten das Gebirge des Set Sass und der Valparola, südlicher davon der Monte Nuvulau, der Monte Gusella, die Cima d'Ambrizzola, die beinahe 10,000 Fuss hohe Rocchetta, der Monte Pelmo u. s. w. Rechnet man hierzu den Monte Civitá, den Monte Pezza und die Vedretta Marmolata, so hat man einen grossen Kreis von mächtigen Kalkgebirgen, welche das Tuffgebiet des oberen Cordevole-Gebietes umschliessen. Am meisten ist dasselbe nach Nordwest und Nordost geöffnet, wo die Tuffe unter den aufgelagerten Bergstöcken nach den schon betrachteten Thalgebieten hinziehen.

Buchenstein — Colle di Santa Lucia — Monte Nuvulau. Gehen wir wieder von dem oben betrachteten südwestlichsten Ausläufer der Ampezzaner Alpen aus, welcher den Knotenpunkt zwischen Gader-Thal, Val Costeana und Buchenstein bildet, so hatten wir dort ein regelmässig aufgebautes, nach Norden fallendes System, dessen oberste Theile aus *Liaskalk* und *Lias-Dolomit* mit der Dachstein-Bivalve bestehen. Darunter folgen *Raibler Schichten*, welche auch bei dem Abstieg von der Valparola-Alp nach Andraz vortrefflich anstehen und durch ihren Eisensteingehalt ausgezeichnet sind. Sie lagern in bedeutender Mächtigkeit auf gleich einfallendem *Schlern-Dolomit.* Dann folgen *Tuffe,* erst schwarze

Sandsteine und andere Sedimentärtuffe mit Einlagerungen von St. Cassian-Schichten. Bei Villa di Castello, einer kleinen Häusergruppe, stehen grobe, bankförmig aufgethürmte *Tuffconglomerate*, eigentliche Eruptivtuffe, an. Auf einem grossen isolirten Block derselben stehen die Ruinen des alten Schlosses Andraz oder Buchenstein. An beiden Gehängen sieht man die Tuffe in der manchfaltigsten Gestalt hoch und weit fortziehen, nach Westen zum Col di Lana, nach Osten zum Monte Frisolet. Thalabwärts aber erreicht man bald ihr Liegendes in den hornsteinführenden Kalken, welche wir nach ihrem Vorkommen an diesem Ort *Buchensteiner Schichten* genannt haben. Ueber ihnen sollten der Regel nach Wenger Schichten mit *Halobia Lommeli* anstehen, doch beobachtete ich sie nicht. Unter ihnen aber folgt bald in steilem Abbruch die Bank des *Mendola-Dolomits,* schwarze plattige *Virgloria-Kalke* in typischer Entwickelung und *Campiler Schichten.* Auf steilen Wegen steigt man über diese ganze Folge, die man an den Thalwänden wellig fortziehen sieht, hinunter und erreicht schon die *Seisser Schichten,* da erscheint rechts durch eine Umbiegung oder Verwerfung noch einmal dieselbe Folge der älteren Trias und steht unmittelbar über Andraz an.

Das Gebirge des Monte Frisolet und Monte Nuvulau gehört zu den deutlichsten Schichtgebirgen in unserem ganzen Gebiet. Wie am Abhang gegen Andraz, so erscheinen rings um den langgezogenen Berg in den tieferen Entblössungen die Schichten der älteren Trias in deutlichstem Aufschluss. Der Weg zwischen Caprile und Andraz führt fortwährend an dem steilen Durchschnitt derselben hin. Man steigt von Caprile steil aufwärts bis zu einem mit Nr. 27 bezeichneten Grenzstein, wo sich rechts der gebräuchlichste Weg nach Colle di Santa Lucia abzweigt, während man thalaufwärts nach Larzonei und andern an dem Abhang zerstreuten Häusergruppen gelangt und das Buchensteiner Thal bei Andraz erreicht. Ueberaus lehrreich ist der Weg, der sich an dem Grenzstein rechts abzweigt und längere Zeit der Landesgrenze folgt. Es führen von Caprile nach Ampezzo vier Wege. Zwei führen im Val Fiorentina aufwärts, der eine nördlich, der andere südlich an der Cima d'Ambrizzola vorüber. Sie vereinigen sich bei Zuël an der Boita, von wo man Cortina bald erreicht. Der bequemste, aber längste Weg geht durch das Buchensteiner Thal und längs der Strada degli tre Sassi im Costeana-Thal abwärts. Der kürzeste Weg endlich wendet sich von dem Grenzstein 27 nach Colle di Santa Lucia, an dem westlichen Gehänge des Codalonga-Thals aufwärts und zwischen Monte Nuvulau und Cima di Fermin hindurch nach dem Costeana-Thal. Auf diesem Weg durchschneidet man ungemein lehrreiche Profile. Hat man von Caprile aufwärts an dem genannten Grenzstein den Mendola-Dolomit erreicht, so folgen nun weiterhin die hornsteinführenden (Buchensteiner) Kalke, mit knolligen Kalken und Conglomeraten wechselnd, dann Wenger Schichten mit Halobien (darin der Grenzstein 26). Von nun an durchschneidet der nach Nordost umbiegende Weg die vortrefflich entblössten Schichten, welche in südöstlich gerichteten Linien anstehen, rechtwinklig. Es folgen Tuffe, zuerst schwarze, lockere Sandsteine, dann mehr und mehr massige, bankförmig gelagerte Eruptivtuffe, ein Conglomerat von Dolomit-Bruchstücken mit dolomitischem Bindemittel, dann zum zweiten Mal (wie bei Colfosco) Kalkstein mit Hornstein und Zwischenlagen von Wenger Schichten, dünngeschichtete Sedimentärtuffe, dann dickbankige, zum Theil kugelig abgesonderte Eruptivtuffe. Santa Lucia liegt auf Tuffen. Es ist ein schön gelegenes Dorf auf einer kleinen ebenen Terrasse des Monte Frisolet, hoch über dem Thalboden der Fiorentina. Hinter dem Dorf folgt ein tiefer, mit Geröllen erfüllter Thaleinschnitt, der hier keine Fortsetzung des Profils gestattet. In ihm liegt Pian.

Von Pian aus windet sich der Weg steil an einem hohen Abhang hinauf. Man sollte hier als Fortsetzung der früheren Schichten Sedimentärtuffe erwarten. Statt dessen durchschneidet man die gesammte mächtige Folge der Seisser Schichten, und sobald man den ersten Blick in das Codalonga-

Thal thun kann, sieht man in dessen Tiefe Grödner Sandstein anstehen. Es ist dies wieder ein auffallender Beweis für die ausserordentliche Unebenheit der Oberfläche des älteren Triasgebirges unter dem Tuffgebirge. Ob das Thal von Pian eine Verwerfungsspalte in demselben andeute, liess sich nicht genau entscheiden, doch ist es sehr wahrscheinlich. Wäre die Verwerfung oder sonstige Dislocation, wie sie immer gestaltet sein möge, nach der Ablagerung auch nur eines Theiles der Tuffe geschehen, so müsste die Schichtenfolge der letzteren über beiden verworfenen Theilen des Mendola-Dolomits gleich sein; dies ist aber keineswegs der Fall und es ist hier der klarste Beweis gegeben, dass die Tuffe sich nach der sehr heftigen Dislocirung und zwar in einer Weise absetzten, wie sie dem Tiefenunterschied entspricht. Denn hat man hinter Codalonga bei dem sehr allmäligen Anstiege die ganze Folge der älteren Trias durchschritten und wendet sich den höheren Theilen des Monte Frisolet zu, so kommt man erst, wie gewöhnlich, zu den hornsteinführenden Kalken und Wenger Schichten, dann aber erreicht man unmittelbar ein mächtiges System von *Pietra verde* in den verschiedensten Abänderungen. Sie ist bald fest und dicht, bald sandsteinartig, bald durch kleine Kalkbruchstücke conglomeratisch; es wechselt schiefrige Structur mit dickerer Schichtung und die sehr vollkommenen Schichtungsflächen geben dem Ganzen das Gepräge eines ruhigen Niederschlages. Ueber der Pietra verde folgen Sedimentärtuffe in bedeutender Mächtigkeit, während eigentliche Eruptivtuffe nicht zu beobachten sind; ebenso fehlen aber auch gänzlich die typischen St. Cassian-Schichten, selbst die gewöhnlichen nicht-oolithischen braunen Mergelkalke habe ich hier nicht beobachtet. Jenseits des Codalonga-Thales, am Westabhang des Col Giattei sieht man die nämlichen Lagerungsverhältnisse wie am Monte Frisolet.

Vergleicht man die beiden beschriebenen Schichtenfolgen am Monte Frisolet, von denen die tiefer hinabreichende durch das Vorkommen von Eruptivtuffen, die höhere durch das Fehlen derselben charakterisirt ist, mit bekannten Theilen unseres Gebietes, so bietet sich zunächst eine grosse Analogie mit der Gegend von Wengen. Auch dort zeigte sich von Pederova gegen Osten eine Verwerfung der älteren Trias um mehr als tausend Fuss. Es waren dort die Buchensteiner und Wenger Schichten auch noch mitverworfen. Darüber lagern sich in dem tieferen Theil, am Fuss der Verwerfungsmauer, mächtige Eruptivtuffe, während sie in der Höhe fehlen und statt ihrer Pietra verde auftritt. Es scheint daher, dass zwischen der Entstehung der Pietra verde und den Eruptionen ein genetischer Zusammenhang ist und dass erstere sich vorwaltend auf höheren Theilen des Meeresbodens nahe den Eruptionsstellen absetzte. Die dem Ausbruch unmittelbar folgende chemische Zersetzung der aus der Tiefe hervorgedrungenen Massen unter dem Einfluss von Exhalationen mag den eigenthümlichen Charakter dieser Sedimente veranlasst haben.

Der höhere Theil des Codalonga-Thales breitet sich auf den Sedimentärtuffen zu einem flachen Kessel aus, der mit Alpen bedeckt ist. Man erreicht auf ihnen das Joch. Hoch über die Alpenfläche ragt der Monte Nuvulau hervor, durch seine Gestalt wie durch seinen klaren Schichtenbau einer der schönsten Berge der Gegend. Selten erkennt man die flache Stufe der Raibler Schichten über den starren Wänden des Schlern-Dolomits so deutlich. Darüber erheben sich die vielzackigen Pyramiden des Dachstein-Kalkes der Höhen. Das Profil vom Grödner Sandstein in der Tiefe des Codalonga bis auf die Höhe des Nuvulau gibt somit an Vollständigkeit und Klarheit dem der Seisser Alp mit dem Schlern nichts nach; doch sind die einzelnen Glieder der Formationen hier in anderer Weise entwickelt und geben in diesem Profil ein kleines Gesammtbild des Gebirgsbaues in den ausgebreiteten Ampezzaner Kalk-Alpen. Charakteristisch ist die geringe Mächtigkeit des Schlern-Dolomits und das ausserordentliche, nach Osten noch weiter fortschreitende Anwachsen der Dachstein-Kalke. Wir schliessen, ehe wir zum Livinallongo übergehen, hieran eine kurze Betrachtung des weiteren Gebirgsbaues in den Ampezzaner Kalk-Alpen.

Strada degli tre Sassi — Ampezzo. Das Val Costeana, dessen Thalbach unterhalb Cortina in die Boita mündet, ist der bedeutendste Einschnitt in den Ampezzaner Kalk-Alpen und reicht bis auf deren Liegendes, die Tuffe, hinab. Es trennt bis zu dieser Tiefe den Monte Nuvulau und andere südliche Kalkberge von dem Hauptstock des Lagazuoi und Monte Tofana. An ihrem Ursprung reicht die Einsenkung um den Monte Nuvulau herum nach dem Buchensteiner Thal und vermittelt dadurch den Uebergang von Andraz und Pieve nach Cortina. Von der Jochhöhe führt ein anderer Steig höher hinauf nach dem Valparola-Pass, über den man von Cortina nach St. Cassian geht. Der erstgenannte Jochübergang führt den Namen der Strada degli tre Sassi und ist eine, allerdings sehr unebene, Tuffstrasse zwischen Dolomitwänden. Schon wenn man von Andraz hinaufsteigt, ist man vom Schlern-Dolomit der benachbarten Gehänge umgeben und bei dem Abstieg im Val Costeana sieht man im unteren Theil jeder Thalwand die Bank von Schlern-Dolomit hinziehen, deutlich durch die Raibler Schichten von den höheren Dachstein-Kalken getrennt. Der Monte Averau scheint ganz aus dem Schlern-Dolomit zu bestehen. Besonders deutlich ist die Vorstufe an der Wand des Lagazuoi und Monte Tofana, indem hier die Unabhängigkeit beider Formationen in der Physiognomik des Gebirges auf das Klarste hervortritt. Die Dolomitmauer ist fast ununterbrochen in ihrem Verlauf. Alle tiefen und wilden Schluchten, welche weit aus dem Innern des rauhen Gebirges kommen und Fluthen von Kalkgeröll mit sich führen, münden über dieser Bank und sind nur in den Dachstein-Kalken eingesenkt.

Das Val Costeana wird in den tieferen Theilen breiter, die Dolomit- und Kalkwände treten auseinander und bleiben mehr und mehr in grösserer Höhe. Noch befindet man sich auf Tuffen, die auch noch weithin unter den Abhängen hinziehen. Endlich erreicht man ihr Liegendes, den Mendola-Dolomit, welcher bald in steilen, mauerförmigen Abbrüchen weithin die sanften Gehänge durchzieht, wie zwischen Monte Tofana und der Boita, bald in isolirten deckenartigen Massen einzelne Hügel krönt, bald von Bächen in langen Spalten durchschnitten wird. Südlich von dem unteren Costeana-Thal scheint der Mendola-Dolomit unmittelbar den Schlern-Dolomit zu unterteufen ohne Zwischenlagerung von Tuffen; es wäre daher auch hier eine jener Uferstellen oder inselartigen Auftreibungen zu suchen, die wir an so vielen andern Orten bestimmter nachweisen konnten.

Cortina d'Ampezzo liegt in einer sanften Thalweitung der Boita, welche vielverzweigt in dem wilden nördlichen Kalkgebirge entspringt und südlich von Cortina durch einen Engpass das tyrolische Gebiet verlässt. Der Thalkessel ist flach und anmuthig, die Umgebung äusserst wild, und dieser Wechsel, der hier in seltenem Masse ausgebildet ist, verleiht der Gegend einen eigenthümlichen, hohen Reiz. Ein Schichtenaufbruch, den man leicht vermuthen könnte, hat hier nicht stattgefunden, denn es fallen alle Schichten im Allgemeinen mit geringer Neigung nach Nordost, so alle Kalkgebirge vom Monte Nuvulau an über den Monte Tofana nach Creppa di Sumelles. Durch die Tiefe aber, zu der das Boita-Thal eingesenkt ist, geschieht es, dass in der Tiefe die ältere Trias, Seisser, Campiler, Virgloria- und Mendola-Schichten entblösst sind, und durch den weiten Umfang des Kalkgebirgskessels von Cortina, der durch die Kreuzung des Boita-Thals mit der Einsenkung der Costeana und Begontina hervorgebracht wird, stehen jene älteren Triasglieder in grosser Ausdehnung zu Tage.

Ampezzaner Kalk-Alpen. Wir haben von der Kalkwelt der Ampezzaner Alpen bereits den westlichen Abfall von der Hoch-Alpe über den Heiligen-Kreuz-Kofl bis zum Set Sass und der Valparola und den südlichsten Theil zu beiden Seiten der Strada degli tre Sassi kennen gelernt. Es bleibt uns noch übrig, einen flüchtigen Blick auf die allgemeine Gestaltung des ganzen Gebirges zu werfen, da eine ausführliche Darstellung derselben nicht in den Plan dieser Arbeit gehört. Das Gebirge gehört durch seine wilde Natur und durch seinen über einen grossen Flächenraum gleich-

bleibenden und doch an Abwechselung unendlich reichen Charakter zu den interessantesten Theilen von Süd-Tyrol. Die allgemeine Erhebung des Plateau's dürfte mit 7- bis 8000 Fuss nicht überschätzt sein, doch ragen viele Gipfel bis über 9000 Fuss auf. Die hochpyramidenförmige, massive Gestalt dieser Hochgipfel, die sich südlicher in noch grossartigerem Massstab in den mehr isolirten Massen des Monte Antelao, Monte Pelmo, Monte Civitá und anderen Culminationspunkten der Venetianischen Alpen wiederholt, ist ein hervorragender Zug der südlichen Gebirge des Dachstein-Kalkes. Auch in den nördlichen Kalk-Alpen zeichnet sich dieses Formationsglied durch seinen wilden und rauhen Charakter aus, durch seine Ausbreitung zu Hochflächen, aus denen majestätisch die höchsten Pyramiden jener Gebirge hervorragen. Allein dort wird der Einfluss auf den landschaftlichen Charakter sehr modificirt, besonders durch die Theilnahme des Dachstein-Kalkes an allen welligen Aufbiegungen, durch seine Anordnung in erhabene Gebirgszüge mit zackigen, wilden Kämmen und durch den Wechsel seiner Rolle im äusseren Gebirgsbau mit den Hallstätter Kalken, welche ihn meist an massenhaftem Auftreten übertreffen. Der hervorragende Unterschied der nördlichen und südlichen Kalk-Alpen, welchen ich bereits im Eingang hervorhob, spricht sich auch ganz besonders in diesem wichtigen Glied des Gebirgsbaues aus. Denn im Süden sehen wir, wie im Allgemeinen, so auch im Gebirge des Dachstein-Kalkes nichts von jenen langgezogenen, welligen Aufbiegungen, welche dem Streichen der Alpen folgen, von jenen gleich gerichteten Ueberschiebungen und Verwerfungen, von dem zonenartigen Wechsel des Dachstein-Kalkes mit anderen Formationsgliedern, welche dort seinen langgedehnten Mulden eingelagert sind oder in mächtigen Aufbrüchen aus seiner Decke hervortreten. Regelmässig und eben wie die ursprüngliche Fläche des Tuffplateau's und wie die Oberfläche der Bank des Schlern-Dolomits zieht hier jede einzelne Schicht des mächtigen Complexes durch das ganze Gebirge hin, und wo sie unterbrochen ist, ist dies nicht eine Folge von Verschiebungen, sondern von späterer Zerstörung durch Wasser. Allerdings liegen die Schichten nicht vollkommen horizontal, sondern es lässt sich überall eine geringe Neigung nachweisen; aber diese Neigung bleibt in weiter Erstreckung dieselbe und kann nur einer geringen Differenz im Betrage der säcularen Senkung zugeschrieben werden. Man könnte trotz der unendlich vielen Unterbrechungen durch alle anstehenden Theile der obersten Schicht des Dachstein-Kalkes Eine Fläche legen und würde wahrscheinlich die Gestalt einer sehr flachen Mulde erhalten, welche nach Westen am bedeutendsten, nach Süden und Norden aber nur sehr gering ansteigen würde, und wollte man dasselbe bei jeder einzelnen Schicht der Juraformation thun, so würde man das gleiche Verhalten finden; denn wo immer man zwei Abhänge einander gegenüberstehen sieht, da setzen deutlich die einzelnen Schichten von einem zum andern in gleichem Niveau fort. Kaum könnte man ein klareres Beispiel eines allein durch säculare Bewegungen in der Art und Lagerung seiner Schichtgebilde bestimmten Gebirges denken. Man müsste somit auch erwarten, dass alle Schichten von unten bis oben in der grössten Vollständigkeit vorhanden sind. Das Liegende ist nur am Nordabhang als *Thonglimmerschiefer* aufgeschlossen, in den übrigen Theilen unbekannt; das höchste nachweisbare Formationsglied ist im westlichen Theil rother *Jurakalk*, im östlichen kommen noch höhere jurassische Glieder und *Neocomien* hinzu. Bleiben wir bei dem westlichen Theil stehen, so müsste man also in ihm eine vollständige Formationsreihe vom Grödner Sandstein bis zum rothen Jurakalk erwarten. Betrachten wir die einzelnen Formationen in ihrer Aufeinanderfolge.

Der rothe *Grödner Sandstein* umsäumt das Gebirge im Norden gegen den *Thonglimmerschiefer*, scheint im Innern des Gebirges nirgends entblösst zu sein und kommt im Süden in der Coda longa bei Caprile wieder zum Vorschein. — Die *Seisser Schichten* sind am Nordrand, im Thal von Cortina und an der Coda longa entblösst, ebenso die *Campiler*, *Virgloria*- und *Mendola-Schichten*. Die

ganze ältere Trias bewahrt ihren Charakter, den sie im Westen hat, auch als Liegendes der Ampezzaner Alpen sehr rein. Auch hier ist sie ein regelmässig abgelagertes Schichtensystem, welches nach dem Absatz des letzten Gliedes heftige Störungen und Dislocationen erlitt und den unebenen Boden des nun folgenden Tuffmeeres bildete. — Die *Tuffe* erscheinen mit Ausnahme fast des gesammten Nordrandes (wo sie in geringer Mächtigkeit an der Hoch-Alpe vorkommen), der inselförmigen Erhebung der älteren Trias bei Wengen und des Abhanges der Cima di Fermin überall als das Liegende der Dolomite und Kalke, im Westen in bedeutender Mächtigkeit, nach Osten in geringerer Entwickelung. Das Ufer war daher südlich vom Nordrand des Gebirges und mitten im Meer waren einige von Mendola-Dolomit bedeckte Inseln. — Der *Schlern-Dolomit* fehlt im nördlichen Theil und nimmt nach Süden an Mächtigkeit zu, ebenso die *Raibler Schichten.* — Das Brackwassergebilde der *Heiligen-Kreuz-Schichten* ist auf den Westabhang beschränkt. — Der *Dachstein-Dolomit* und *Dachstein-Kalk* nimmt nach Osten und Süden an Mächtigkeit zu, ebenso die rothen *Jurakalke.* Zwischen diesen beiden müssten die *Kössener Schichten* und der ganze *obere Lias* vorkommen. Ob diese hier durch eine Reihe von Kalken, welche den Dachstein-Kalken gleichen, vertreten seien, oder ob sie doch vielleicht in charakteristischer Ausbildung vorkommen, dies muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Der nächste Ort, wo man Kössener Schichten mit Entschiedenheit nachgewiesen hat, ist Jungbrunn bei Lienz.

So viel scheint mit Bestimmtheit angenommen werden zu dürfen, dass in den Ampezzaner Alpen kein Glied in der Reihe der Formationen vom Grödner Sandstein bis zu den rothen Jurakalken fehlt und dass, wenn eines derselben noch nicht nachgewiesen werden konnte, dies lediglich den örtlichen Abweichungen in der Ausbildung der Formationen zugeschrieben werden muss.

Livinallongo-Thal. Wir kehren nach dieser Abschweifung auf ein benachbartes Gebiet wieder in das Cordevole-Thal zurück. Es hatte sich schon bei der allgemeinen Uebersicht ergeben, dass die Landschaft ein Theil des Tuffplateau's ist, dass darunter sich das Gebirge der älteren Trias mit seinen zahlreichen Schichtenstörungen und Verwerfungen ausbreitet und dass alle Thäler, welche sich zum Cordevole vereinigen, bis in dieses ältere Gebirge eingesenkt sind. In Folge dessen konnten wir im Buchensteiner Thal von der Valparola herab, an allen Abhängen des Monte Frisolet gegen die Fiorentina und Coda longa und bei Larzonei am Cordevole so deutliche und umfassende Profile aufgeschlossen sehen. Im Livinallongo findet dasselbe Verhalten statt. Von Sanct Johann bis zur Vereinigung mit dem Buchensteiner Bach fliesst der Cordevole in der älteren Trias und die Schichten derselben umsäumen die tieferen Theile der Gehänge. Der Hauptort Pieve ist an dem Steilabhang der älteren Trias hoch über der Thalschlucht in der unbequemsten Lage erbaut. Ueberaus genussreich ist der Weg von Andraz nach Pieve. Beide Dörfer liegen in der älteren Trias zu beiden Seiten des Vorsprungs, welcher durch die Vereinigung des Livinallongo mit dem Buchensteiner Thal gebildet wird. Um diesen Vorsprung windet sich der Weg hoch über den Engen des Thales und auch noch über dem Grenzgebirge, welches der Cordevole durchbricht, ehe er Caprile erreicht. Es eröffnet sich dadurch eine schöne Aussicht nach Süden, deren Glanzpunkte der Spiegel des Alleghe-See's und der hoch darüber aufragende Monte Civitá sind. Der Weg am Abhang bleibt in *Campiler Schichten,* die mit ihrem Ausgehenden sich regelmässig unter der höheren Dolomitbank um den Abhang herumziehen. Erst bei Pieve erreicht man die *Seisser Schichten,* auf denen das Dorf gebaut ist. Geht man weiter thalaufwärts, so ziehen die Tuffe mehr und mehr an den Gehängen herab, während gleichzeitig in der Thalsohle Schicht für Schicht der älteren Trias verschwindet. Endlich bei Sanct Johann erreicht man die *Virgloria-Kalke,* den *Mendola-Dolomit,* die *Buchensteiner Kalke* in vortrefflicher Entwickelung, *Wenger Schichten* und *Sedimentärtuffe*, die von nun an herrschen. Bei Sanct Johann mündet das von

dem Prelongei-Berg und Cherz herabkommende Selvazza-Thal. Es ist in seinem oberen Theil weitverzweigt und entspringt in einem vom Monte Cherz, Le Sforzelle, Prelongei, Set Sass und den nördlichen Ausläufern des Col di Lana gebildeten Kessel, den es bei Cherz durchbricht. In diesem Thal reicht die ältere Trias weit höher hinauf als im Hauptthal; sie scheint hier in ähnlicher Weise wellig erhoben zu sein wie zwischen Colfosco und Stern. Die höheren Gehänge sind überaus einförmig und ermüdend. Die Sedimentärtuffe sind hier mit demselben welligen und weidereichen landschaftlichen Oberflächencharakter ausgestattet wie zwischen Corfara und St. Cassian. Tiefe, schlüpfrige Wasserrisse unterbrechen die Eintönigkeit der Formen, ohne ihnen eine angenehme Abwechselung zu verleihen. Sie entblössen immer wieder die gleichen Schichtfolgen von lockeren, schwarzen Tuffsandsteinen mit mergeligen und kalkigen Zwischenschichten, bis man dann höher hinauf zu den versteinerungsreichen St. Cassian-Schichten gelangt. — Es führen durch diesen Thalkessel Uebergänge nach Corfara und St. Cassian.

In der Tiefe des Seitenthales bei Cherz und bei Sanct Johann im Hauptthal stehen die Campiler Schichten mit dem Reichthum an Versteinerungen des tiefen Meeres an, die in anderen Theilen unseres Gebietes selten vorkommen, insbesondere *Ceratites Cassianus* und der *Terebratula vulgaris* ähnliche Brachiopoden.

Hat man einmal die Sedimentärtuffe erreicht, so verlässt man sie bis zum Pordoi-Joch nicht mehr. Araba liegt mitten darin in einer kleinen Erweiterung des Thales. In dieser Gegend nehmen die Tuffe einen mehr massigen, dickbankigen Charakter an, es stellen sich grobe Conglomerate ein und weisen auf die Nähe von Eruptionsstellen hin. Das Niveau dieser Gebilde ist ein verhältnissmässig tiefes. Sie wiederholen sich aber noch mehrfach gegen das Pordoi-Joch, während nach dem Campolungo-Joch hin nur reine Sedimentärtuffe herrschen.

Es bleiben uns nun noch zwei Gebirge im Gebiet des Livinallongo zu betrachten: der Col di Lana und das Scheidegebirge gegen den Quellbach des Avisio, ein mächtiger schwarzer Kamm mit eigenthümlich gestalteter Profillinie. Der Sasso di Capell und der Sasso di Mezzodi erheben sich daraus als die höchsten Gipfel. Beide Gebirge haben in ihren mittleren Gehängen einen ähnlichen Schichtenbau wie der Zug „Auf der Schneid" im Süden der Seisser Alp. Es sind dickbankig geschichtete Tuffe, welche sich bald mehr den Eruptivtuffen, bald mehr den Sedimentärtuffen nähern, wechselnd mit den allerentschiedensten Gebilden der letztern Art, den Gesteinen der Wenger Schichten. Grobe Conglomerate herrschen vor. Ihr Bindemittel besteht meist aus lockerem Tuff; in den höheren Theilen aber ist es oft kalkig und mergelig und es kommen einzelne mächtige Bänke von klippigem Kalk und Dolomit mitten darin in mehrfacher Wiederholung vor. Eine ausgedehnte derartige Bank erscheint schon mitten im Gehänge am Ornella-Berg, andere Bänke sieht man in dem Thal, welches vom Fedaja-See nach Caprile führt. Fasst man das mächtige System dieser Ablagerungen als Ganzes ins Auge, so bieten sich die ersten östlichen Anfänge am Monte Frisolet, wo wir bei Colle di Santa Lucia eine Schichtfolge durchschnitten, welche in ihrem Charakter zwischen Eruptivtuffen und Sedimentärtuffen schwankt. Sie ist dort im tiefsten Niveau. Am Col di Lana ist sie bereits mehr entwickelt. Der Höhenunterschied zwischen Pieve und dem Gipfel des Berges beträgt mehr als 3000 Fuss, wovon wenigstens 2500 den Tuffen zugehören. Nach der Darstellung, welche Trinker von dem Schichtenbau gegeben hat, tragen hier die Gesteine bis zu bedeutender Höhe denselben Charakter wie bei Santa Lucia, während die höchsten Gebilde doch entschiedene Sedimentärtuffe mit einzelnen festeren kalkigen Bänken und mächtigen Kalkconglomeraten zu sein scheinen. In dem Gebirge des Sasso di Capell aber herrschen jene Zwittergebilde zwischen Eruptiv- und Sedimentärtuffen hauptsächlich in den tiefern

Theilen, aber mit vielfachem Wechsel und besonders in den höheren Theilen mit vorherrschend dünner Schichtung und Feinkörnigkeit des Gesteins; erst der eigentliche Kamm besteht wieder aus mehr dickbankigen Gesteinen, welche in ihrem petrographischen Charakter ganz und gar den Gesteinen am Pass zum Mahlknecht gleichen. Man erkennt leicht, dass der Zug des Sasso di Capell in der Fortsetzung von Molignon und Monte Palatscho liegt, und wenn wir hinzufügen, dass südlich von dieser Linie nur die entschiedensten Eruptivtuffe herrschen, so ergibt sich hier eine grosse Scheidelinie, welche den Uebergang der Tuffablagerungen im Süden von denen im Norden bezeichnet. Dort Eruptivtuffe von unten bis oben, hier die massigen Gebilde in der Tiefe, die wohlgeschichteten in der Höhe; an der Uebergangsstelle ein Schwanken des Charakters durch die ganze Schichtfolge. Schon dieses Verhalten würde ohne weitere Beweise zu der Annahme führen, dass in dem südlichen Theil die Eruptionen des Augitporphyrs durch die ganze Periode der Tuffablagerungen fortdauerten, während sie im Norden auf den Anfang derselben beschränkt waren und nachher das aus der Ferne herangeschwemmte Material sich in feinerdigen, dünnen Schichten ablagerte. In dem Uebergangsgebiet stammt das Material der Niederschläge aus geringer Entfernung, daher hier die Tuffe gröber, dickbankiger und in grösserer Mächtigkeit als im Norden erscheinen.

Wir wenden uns nun über den Pordoi-Pass nach dem Gebiet des oberen Fassa-Thales.

d. Gebiet des oberen Fassa-Thales.

Das obere Fassa besteht aus einem 7000 bis 8500 Fuss hohen Tuffplateau, welches rings von einem Kranz mächtiger Dolomit- und Kalkgebirge mit 10- bis 11,000 Fuss hohen Gipfeln umstarrt wird. Dieses Verhältniss tritt auf das Klarste hervor, wenn man von dem Colpelle-Berg oder einem anderen Höhepunkt des Bufaure-Gebirges die Landschaft überblickt; man erkennt von diesen Höhen keine Spur der tiefen Thäler, welche das Gebirge durchsetzen und seinen innersten Bau aufschliessen, sondern sieht nur eine weite hügelige Fläche, welche von dem Bufaure-Gebirge nach dem Monte delle Donne und dem Palatscho, nach Nordosten aber gegen den Sasso di Capell und Sasso di Mezzodi fortsetzt. Majestätisch ragt darüber die begletscherte Vedretta Marmolata, der Sasso Vernale und Sasso di Val Fredda, im Westen das vielzackige dolomitische Rosengarten-Gebirge hinaus, während im Süden der Blick durch die langgedehnte Mauer des Campo Ziegelau, Sasso di Campagnazza, Monte Rocca und Sasso di Loch gehemmt wird, zwischen denen sich die schwarze Eruptivmasse des Monzoni einschiebt. Gegen Norden endlich erheben sich nur die zwei isolirten Gebirgsstöcke des Langkofls und des Pordoi, unter denen das Tuffplateau noch weithin fortzieht. Kaum könnte es ein deutlicheres Bild eines in den grossartigsten Dimensionen angelegten Kraters geben, als dieser Ring von mächtigen Gebirgen, dessen Inneres mit Eruptivgebilden erfüllt ist. Dennoch ist dieses Bild ein falsches; denn jene Randgebilde sind späterer Entstehung als die Tuffe und die letzteren bilden nur einen, allerdings individualisirten, Theil einer weiter verbreiteten Ablagerung; das obere Fassa ist ein Theil jener von Tuffen erfüllten Meeresbucht, deren Ufer wir oben in Umrissen angegeben haben. Auch hier müssen sich die Ufer verfolgen lassen, da weiter nach Westen und Süden keine Spur der in diesem Becken so mächtig entwickelten Tuffe vorhanden ist und sie auch gegen Osten eine Unterbrechung erleiden. Um zunächst über diesen Punkt einige Klarheit zu erlangen, werfen wir, ehe wir auf eine detaillirtere Beschreibung und nähere Beweisführung eingehen, einen Blick auf die allgemeine Gestaltung des Gebirgsbaues im Gebiet des oberen Fassa-Thales und sehen dabei von allen späteren Veränderungen, Thalbildungen und dergleichen ab.

Die Grundlage des Schichtgebirges scheint nur von *Quarzporphyr* gebildet zu sein, der im Süden

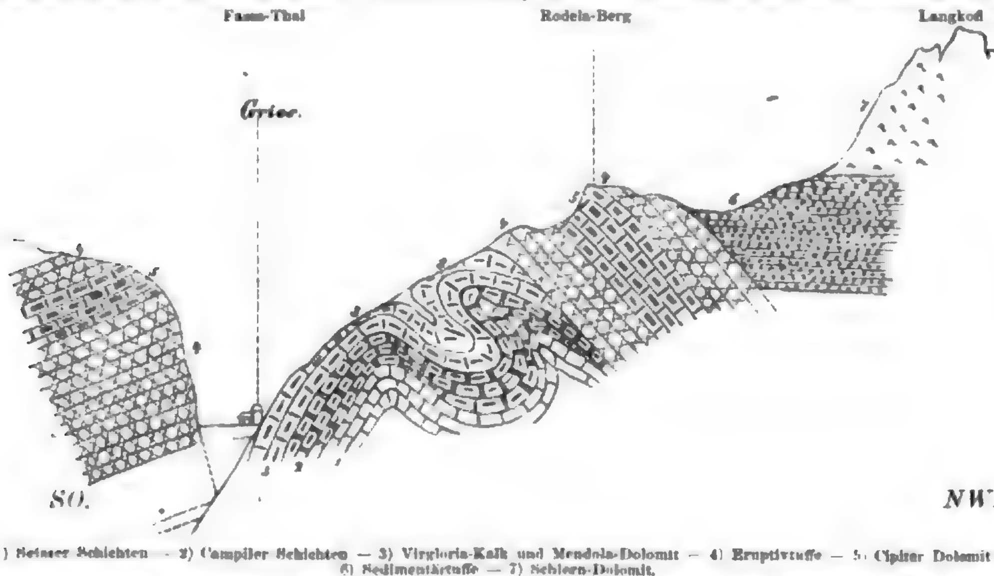
in der mächtigen Gebirgsmasse des Monte Bocche zu Tage kommt. Darüber baut sich die *ältere Trias* wie in allen andern Theilen unseres Gebietes auf und bildet durch die Dislocationen am Ende der Ablagerung des Mendola-Dolomits ein selbstständiges Gebirge, über das sich die höheren Schichten absetzten. So manchfaltig wir bisher die Oberflächengestaltung dieses älteren Gebirges trafen, erreicht sie doch nirgends einen so bedeutenden Wechsel von Höhen und Tiefen wie hier und nirgends tritt die Anordnung derselben zu einem gesetzmässigen Ganzen so deutlich hervor. Es hatte sich früher ergeben, dass die ältere Trias mit ihrem höchsten Gliede, dem Mendola-Dolomit, durch die Dislocation zum Ufer des Tuffmeeres erhoben worden war und ausserdem im Innern des Meerbusens mehrere inselförmige Auftreibungen bis über die Wasserfläche bildete. Im Gebiet des oberen Fassa umzieht das Mendola-Dolomit-Gebirge in weitem, nach Norden geöffnetem Bogen als Ufer die Bucht des Meerbusens, welche von dieser Seite hereingriff. Der erhabene, bogenförmige Wall schliesst sich ringförmig gegen Norden durch eine minder bedeutende, vom Tuffmeer überfluthete und mit seinen Ablagerungen bedeckte Auftreibung der älteren Trias, welche jetzt in vielen Thaleinschnitten aufgeschlossen ist. So wiederholen die Höhen des Mendola-Dolomits jene Kraterform, welche die ihnen aufsitzenden höheren Dolomit- und Kalkgebirge in so auffallendem Grade zeigen. Für das tiefere Gebilde aber hat sie eine Bedeutung. Denn das Innere des grossen Kessels war der Centralheerd der eruptiven Thätigkeit von Süd-Tyrol, und da sie der Bildung des grossen Ringgebirges unmittelbar folgte, so scheint hier eine den Krateren unserer heutigen Vulcane analoge, aber in weit grossartigeren Verhältnissen angelegte Erscheinung stattzufinden. Wir werden später bei der Darstellung der Entwickelung der vulcanischen Thätigkeit diesen Gegenstand ausführlicher und im Vergleich mit andern Theilen unseres Gebietes erörtern und beschränken uns hier auf die Darstellung des geognostischen Verhaltens.

Der Südrand der ringförmigen Erhebung ist am deutlichsten; zwar ist er unter dem Campo Ziegelau verborgen, aber indem an dessen Südabhang die oberste Schicht der älteren Trias in ungefähr 7500 Fuss Meereshöhe hinzieht und unmittelbar von Schichten des Schlern überlagert ist, am Nordabhang hingegen sich Tuffe dazwischen einschieben, ist das Ansteigen des Uferwalles klar angedeutet. Auch sieht man den Mendola-Dolomit nach der Tiefe ziehen und im Thal der Pozza-Alpe wieder unter den Tuffen anstehen. Es findet also hier dasselbe Verhalten statt wie am Schlern. Am Ostrand zeigt der Monte Colatsch den gleichen Bau, während am Westrand die Ufergegend tief ausgenagt ist. Man sieht dort nur gegen das Innere des Kessels zu den Mendola-Dolomit in grosser Tiefe und darüber Tuffe, gegen den Rand hin steht er in bedeutenderer Höhe an und ist unmittelbar von Schlern-Dolomit überlagert. Von allen Seiten aber senkt sich der Mendola-Dolomit von den hoch erhabenen Rändern tief und unter steilem Winkel gegen das Innere des Kessels zu. Die Ausfüllung des letzteren besteht nur aus Eruptivtuffen, welche über den niedrigen nördlichen Theil des Ringwalls hinweg nach Norden in die soeben betrachteten Uebergangsgebilde fortsetzen. Das jüngste Gebilde sind auch hier die Alles überragenden, mächtigen Kalk- und Dolomitgebirge, welche den grossen Kranz um das obere Fassa bilden.

In dieses Gebirge nun hat sich der Avisio durch allmälige Auswaschung tief eingegraben und ein Thal mit breiter, von Alluvien ausgefüllter Sohle und mit einer Meereshöhe von 6000 (an der Quelle) bis 4000 Fuss geschaffen, welches bis oberhalb Moëna den Namen Fassa-Thal führt. Alle Gewässer, welche sich in dem Kessel sammeln, fliessen ihm zu; sie entspringen meist an dem umgebenden Hochgebirgsring und bilden ein sehr gegliedertes Flussnetz. Der Gebirgsbau ist dadurch vielfach bis in bedeutende Tiefe aufgeschlossen. Wir betrachten die einzelnen Theile des Gebietes, indem wir an die Grenzen der schon beschriebenen Gegenden anschliessen.

Gries — Campidello — Val del Duron. Dieses nordwestliche Quellgebiet des Fassa-Thales zeichnet sich durch die klaren Aufschlüsse des Gebirges der älteren Trias und die mächtige Ueberlagerung von Tuffen aus. Jenes ältere Gebirge bildet hier den früher angedeuteten nördlichen Theil des Ringwalles, der vom Tuffmeer überfluthet wurde. Es senkt sich nach Süden gegen das Innere des Eruptionskessels, fällt aber auch nach Norden schnell und steil ab.

Steigt man vom oberen Grödner Thal über das Sella-Joch oder aus dem Livinallongo über das Pordoi-Joch nach dem Fassa, so gelangt man von beiden Einsattelungen über Sedimentärtuffe bis nach Morditsch hinab, einer kleinen Häusergruppe, wo beide Jochsteige sich vereinigen. Nur gegen die Cima Pasni nehmen die Tuffe einen veränderten Charakter an und sind zum Theil schon wahre Eruptivtuffe. Dolomittrümmer bedecken oft grosse Strecken der Gehänge und verhüllen ihren Schichtbau. Bei Morditsch erreicht man den Mendola-Dolomit mit steilem nördlichen Einfallen. Abwärts gegen Gries kommt man bald in die Campiler, dann in die Seisser Schichten und erreicht das Thal wieder in Campiler Schichten. Eine enge Schlucht ist von Morditsch bis Gries in diese Schichtenfolge eingeschnitten. Westlich erhebt sich die letztere zum Rodela-Berg, dessen Bau deutlich zu beobachten ist. Eine



1) Seisser Schichten — 2) Campiler Schichten — 3) Virgloria-Kalk und Mendola-Dolomit — 4) Eruptivtuffe — 5) Cipiter Dolomit — 6) Sedimentärtuffe — 7) Schlern-Dolomit.

wellige Faltung, wie sie in unserem Gebiet nur selten vorkommt, hat hier zur Folge, dass bei Gries das Gehänge des Rodela-Berges bis hoch hinauf aus Dolomit besteht. Ueber dem Mendola-Dolomit folgen Eruptivtuffe, Conglomerate, eine zweite Dolomitbank, nochmals Conglomerate und dann die Sedimentärtuffe in fast söhliger Lagerung. Sie erscheinen hier deutlich als das Liegende des Dolomits vom Langkofl. Die liegenden Conglomerate sind dieselben Schichten, die am Gäns-Alpl im oberen Gröden auftreten.

Der Rodela-Berg spielt eine wichtige Rolle im Gebirgsbau des oberen Fassa, indem er die Scheidewand zwischen dem Eruptionskessel und dem nördlich vorliegenden ungestörten Theil des Meeresbodens bildet. Daher sind südlich von ihm nur Eruptivtuffe, nördlich nur Sedimentärtuffe. Denn nur das feinere Material konnte über die hohe Grenzmauer hinübergelangen und musste sich dort in regelmässigen Schichten niederschlagen. Dieselbe Bedeutung scheinen die unsichtbaren Fortsetzungen des Rückens zu haben. Eine niedere Fortsetzung nach Südwest ist oberhalb Campidello erkennbar, eine höhere nach

Nordwest ist durch die Art der Schichtenbiegungen angedeutet. Dadurch konnten sich auch die Eruptivtuffe des Monte delle Donne nicht nach dem Fuss des Langkofls ausbreiten.

Den Zug „Auf der Schneid", welcher die Grenze zwischen dem Gebiet der Seisser Alp und dem des oberen Fassa bildet, haben wir bereits an seinem Nordabhang und seiner Höhenlinie mit der Einsenkung des Passes am Mahlknecht oder Molignon kennen gelernt. Während er gegen Norden mit einer steilen, schwarzen Wand auf die sanftere Hochfläche der Seisser Alp abfällt, ziehen sich gegen Süden Alpengehänge nach dem Duron-Thal herab. Die Eruptivtuffe, welche dort mit senkrechtem Schichtenabbruch anstehen, treten hier noch typischer auf; die Augitporphyr-Gänge, welche die Schichtenfolge durchsetzen, sind auch im Duron-Thal zu beobachten und treten meist in Form von Gräten aus der Rasenfläche hervor, bis sie steil in das Thal abfallen. Es sind die anstehenden Gangmassen selbst, von denen das leichter zerstörbare Nebengestein fortgeführt worden ist. Diesen allgemeinen Charakter hat das Nordgehänge des Duron-Thales. Eine dichte Rasendecke verhüllt meist die Schichten. Doch finden sich auch an einzelnen Stellen bedeutende Entblössungen. Bankförmig aufgeschichtete grobe Conglomerate walten dann meist vor. Selten wechseln mit ihnen feinerdige Tuffe, noch seltner stromartig ausgebreiteter Augitporphyr, der zuweilen kugelige Absonderung zeigt. Der Thalboden ist in der oberen Strecke flach und mit Alpen und zerstreuten Sennhütten bedeckt. Er führt den Namen Pian del Duron. Die südliche Thalwand ist ungleich steiler als die nördliche. Zuerst wird sie von dem Dolomit des Falban und Tschamin gebildet, die sich mit senkrechten Abstürzen aus dem Thal erheben. Bald treten aber unter ihm Eruptivtuffe auf, der Dolomit bleibt mehr und mehr in der Höhe und zuletzt herrschen dieselben allein; sie setzen den ganzen Monte delle Donne zusammen, der ebenfalls steil nach dem Duron-Thal abfällt, auf der Höhe aber sich plateauförmig ausbreitet und den Dolomit des Collvodoi trägt. Jenseits treten die Tuffe nicht mehr unter dem Dolomit hervor. Der Mendola-Dolomit zieht aus der Tiefe steil herauf, trägt noch die Tuffe des Monte delle Donne, aber erhebt sich bald über sie und unterteuft den Dolomit am Südabhang des Collvodoi-Berges. Die Steilabstürze des Monte delle Donne gegen Norden und Osten entblössen eine Reihe typischer Eruptivtuffe. Zunächst über dem Mendola-Dolomit folgen Conglomerate und Breccien von Kalkbruchstücken mit schwarzem Bindemittel, dann ähnliche Gesteine, welche ganz aus Augitporphyr-Fragmenten mit demselben Bindemittel bestehen; Augitporphyr in Strömen ist keine seltene Erscheinung und man kann stellenweise die Ausbreitung gangförmig heraufgedrungener Eruptivmassen über den Schichten beobachten. Ausserdem wird auch noch die ganze Folge von Augitporphyr-Gängen durchsetzt, deren Gestein in der Höhe in Gestalt kleiner Rücken ansteht. Auch an dünngeschichteten Tuffen, selbst den Gesteinen der Wenger Schichten, fehlt es nicht ganz zwischen den Conglomeratbänken.

Zwischen diesen Thalwänden geht man vom Pass am Molignon aus im Duron-Thal auf flachem Thalgrunde abwärts. Bei einer kleinen Kapelle erreicht man das Ende des Pian del Duron und nun ändert sich plötzlich der Charakter des Thales. Man betritt wilde Engen im Dolomit; rechts und links liegen mächtige Blöcke desselben umher, über die der bisher ruhige Thalbach brausend hinabstürzt. Es ist die Zone des Mendola-Dolomits, welche man als Liegendes der Tuffe erreicht. Er ist hier sehr mächtig und man bleibt lange in seinen Engen. Noch weit unterhalb ihres Endes liegen Dolomitblöcke zerstreut. Die Campiler Schichten erscheinen in ihrer gewöhnlichen Entwickelung, aber nicht sehr reich an Versteinerungen. Erst kurz über Campidello kommt man an die Seisser Schichten, welche hier stellenweise mit der *Posidonomya Clarai* dicht erfüllt sind.

Der Abhang zwischen Campidello und Gries fällt steil nach der ebenen, mit Geröll erfüllten Thalsohle. Die Seisser Schichten werden bald von Campiler, diese bald von Mendola-Dolomit überwölbt. In

der Auswaschung bei Gries treten dann jene wieder hervor, um ebenso schnell zum zweiten Mal unter dem Dolomit zu verschwinden. Am südlichen Abhang sieht man keine der Schichten fortsetzen, sie fallen hier in zu bedeutende Tiefe und lassen den Tuffen die Alleinherrschaft. Erst südöstlich von Campidello und bei Canazei tritt deren Liegendes zu Tage.

Alba — Penia — Fedaja-See — Uebergang nach Caprile. Der Weg von Campidello über Fedaja nach Caprile gehört zu den schönsten Jochübergängen in Süd-Tyrol; die Kalk-Alpen erscheinen hier in ihrer vollen, erhabenen Majestät und die mächtigen Eruptivtuffe bedingen eine reiche Abwechselung im physiognomischen Charakter der Landschaft. Von Gries bis Penia bleibt der Thalboden flach. Anfangs ist er noch vollkommen eben und der Avisio bricht sich in mehreren Armen durch die weissen Gerölle seine Bahn. Weite Strecken sind vegetationsleer. Bei Canazei erheben sich flachgeneigte Schutthalden über der Thalsohle, die Dörfer gruppiren sich auf diesen höheren Theilen malerisch am Fuss steilerer Gehänge. Zu beiden Seiten herrscht bald in den tiefsten Theilen Mendola-Dolomit; darüber thürmen sich in steilen, von engen Wasserrissen durchbrochenen Gehängen die Eruptivtuffe auf, zwischen denen sich einzelne Bänke von Dolomit und klippigem Kalk zeigen. Bei dem ärmlichen Dorfe Penia wendet sich das Thal nach Osten. Die linke Thalwand besteht von nun an allein aus Dolomit; an der rechten herrscht er nur in den tieferen Theilen, während sich darüber die Eruptivtuffe des Sasso di Capell aufbauen und die langgezogene Gipfelkette bilden, welche das Livinallongo von den Thälern der Marmolata scheidet. Die letzte Thalstrecke des Avisio ist die schönste und äusserst romantisch. Steil steigt man unter den Wänden der Marmolata zwischen mächtigen Dolomitblöcken hinan. Rechts stürzen in hohen Fällen, welche oft mitten aus den Wänden entspringen, die Bäche herab, welche von dem schmelzenden Eis der Gletscher stammen. Hoch oben erscheint das blaugrüne Gewürfel der Eismassen. Das Thal schliesst sich im Hintergrund mit einer hohen Mauer, indem die Dolomitbank, welche von Penia an die Tuffe des Sasso di Capell unterteuft, sich mit dem Dolomit des Fussgestells der Marmolata vereint. Der Weg windet sich allmälig nach dieser Höhe hinan. Endlich erreicht man die Höhe und mit ihr einen einsamen Hochgebirgskessel, in welchem sich der dunkelgrüne Spiegel des Fedaja-See's ausbreitet. Er entsteht aus schmelzendem Gletschereis und hat nirgends einen sichtbaren Abfluss. Doch scheinen die Wasser unterirdisch dem Avisio zuzuströmen und dessen Quelle zu bilden. Die steilen Gletscher der Vedretta Marmolata, welche bisher durch ihre verworrene Zerklüftung jeder Ersteigung trotzten, reichen an den Wänden des majestätischen Kalkstocks bis in den Kessel hinab; abschüssige Trümmerhalden ziehen sich von ihnen bis zum See. Zu geringerer Höhe als im Süden die kahlen Kalke erheben sich im Norden die weidereichen Tuffberge des Sasso di Mezzodi und der Mesola mit ihrer wunderlich gestalteten Profillinie, während nach Ost und West jenseits der Ränder des Kessels die Thäler zwischen ähnlich gebauten Wänden hinabziehen. Eine armselige Alpe belebt die Ufer des Hoch-See's; sie verdankt ihre Fruchtbarkeit den Tuffen des Nordgehänges. Wendet man sich von der Fedaja-Alpe nach Osten, so übersteigt man zuerst die niedere Barrière des Kessels, dann öffnet sich in der Tiefe das Val di Marmolata, welches bereits dem venetianischen Gebiet angehört. Es hat einen von fruchtbaren Alpen bedeckten Thalboden, in den der Dolomit der Marmolata unmittelbar abfällt. Die Gehänge zur Linken bieten ein besonders hohes Interesse. Sie bestehen grossentheils aus jenen Eruptivtuffen, welche wir früher als eine Uebergangsstufe in die Sedimentärtuffe bezeichneten. Die ganze Schichtfolge ist, besonders in ihren höheren Theilen, reich an Conglomeraten mit kalkigem Bindemittel, an Kalken mit Tufffragmenten und an reineren Kalk- und Dolomitbänken. Allein man sieht trotz der regelmässigen Lagerung selten eine derartige Bank weit fortsetzen, sondern sie gleichen mehr grossartigen Bruchstücken von Bänken, welche ohne Regel mit den Tuffen

wechseln, und weisen auf eigenthümliche Bildungsverhältnisse hin, indem die Bedingungen zur Entstehung dieser kleinen Bänke örtlich sehr beschränkt und jedesmal von kurzer Dauer gewesen sein müssen. Nach langem, steilem Abstieg über die fruchtbaren Wiesengehänge der Tiefe erreicht man die Mündung eines von rechts herabkommenden kleinen Nebenthales, welches in der wildesten Kalk- und Dolomitwelt der Marmolata tief eingesenkt ist. Es soll dort hinüber ein Jochsteig nach Contrin führen. Mit der Vereinigung beider Thäler beginnt ein wildromantischer Weg, der mehr als irgend ein anderer geeignet ist, die Grossartigkeit des Innern eines Dolomitgebirges kennen zu lernen. Der vereinigte Bach stürzt durch eine lange und enge Felsspalte abwärts, deren senkrechte Wände mehrere tausend Fuss hoch sind. In wildem Fall braust der Bach in dem Engpass hinab und lässt dem Wege, der sich von einer Seite nach der andern windet und oft auf lange Strecken das Wasser überbrückt, kaum den nöthigen Raum. Eiskalte Quellen brechen von allen Seiten aus den Spalten des Gesteins hervor. Endlich tritt man aus dem Engpass heraus und erreicht mit dem Dorf Sottoguda wieder eine freiere Landschaft. Blickt man zurück, so sieht man nur eine Felswand ohne eine Spur des Weges, welcher hindurchführt. Bei Sottoguda steht man wieder in der älteren Trias. Auch das nächste Dorf, Rocca, liegt noch darauf. Hier stehen die Campiler Schichten an und man sieht in regelmässiger Folge darüber den Mendola-Dolomit in bedeutender Mächtigkeit und darauf die Tuffe des Grenzgebirges gegen Livinallongo. Der Abhang entspricht vollkommen dem jenseits des Cordevole gelegenen, auf dem man von Caprile nach Andraz oder Colle di Santa Lucia hinansteigt. Steil führt der Weg von Rocca nach Caprile im Cordevole-Thal hinab, das man in Seisser Schichten erreicht.

Ueberblickt man die geognostischen Verhältnisse längs dem Weg von Campidello nach Caprile, so bieten sie einige besondere Schwierigkeiten. Zunächst ist das ausserordentliche Anwachsen der Mächtigkeit des Mendola-Dolomits bemerkenswerth. Allerdings ist dieselbe schon im Duron-Thal nicht unbedeutend; bei Penia aber, und noch mehr von hier gegen den Fedaja-See, nimmt sie beträchtlich zu. Man könnte zweifeln, ob die Gesteine, welche dort das Thal des Avisio einengen, ganz dieser Formation angehören; allein die Lagerungsverhältnisse erlauben keine andere Deutung, da an der nördlichen Thalwand die Ueberlagerung durch die Tuffe zweifellos ist, während sich im Süden Dolomit und Kalk endlos bis zur Spitze der Marmolata aufbauen. Letztere scheint den äusseren Formen nach in ihrem oberen Theil aus Kalk zu bestehen. Ob aber ein Theil derselben dem Lias angehört und vielleicht auch die Raibler Schichten auftreten, muss dahingestellt bleiben; wahrscheinlich ist es nicht, da schwarze Gänge bis in bedeutende Höhe aufsetzen und die südlich anschliessenden Kalkgebirge des Sasso Vernale auch keinen Liaskalk haben. Bringt man die ausserordentliche Höhe in Anschlag, welche der *Mendola-Dolomit* am Sasso Vernale erreicht, so kommt man zu dem Schluss, dass die Platte dieses Gesteins sich vom Sasso Vernale aus unter der Marmolata hinweg nach dem Fedaja-See senkt, dann unter den Tuffen des Sasso di Capell mit gleicher Neigung fortsetzt und das Livinallongo in dem oben beschriebenen Niveau bei Sanct Johann erreicht. Die obere Grenze des Mendola-Dolomits scheint nicht hoch über dem Fedaja-See zu liegen, sondern ungefähr mit dem Niveau der Ränder des Kessels (3- bis 400 F. über dem See) zusammenzufallen, da am nördlichen Ufer des See's die Auflagerung der Tuffe in dieser Höhe sichtbar ist. Bereits früher habe ich auf das besonders bei der ersten Betrachtung überaus wunderbar erscheinende Lagerungsverhältniss hingedeutet, wonach am Nordufer des Fedaja-See's und an derselben Seite des Marmolata-Thales die Tuffe sich in ungeheurer Mächtigkeit zum Gebirge des Sasso di Capell aufbauen, während südlich über demselben Mendola-Dolomit in vollkommen gleichem Niveau bei ungestörter Lagerung und nur durch eine enge Schlucht getrennt sich fort und fort dolomitische Kalke und Dolomite erheben. Es lässt sich indessen mit Sicherheit nachweisen, dass diese so gänzlich

verschiedenen, dicht neben einander abgelagerten Gebilde in der That gleichzeitig sind und das eine von ihnen nur aus den secundären Niederschlägen zur Seite des mächtigen Korallenriffs der Marmolata besteht.

Der Schlern-Dolomit erwies sich bisher, wo immer wir ihn trafen, als ein Gebilde riffbauender Korallen. Dies ist auch hier der Fall. **Trinker** fand für den Fedaja-See eine Meereshöhe von 6558 Fuss; 300—400 Fuss darüber, also in einer Höhe von ungefähr 6900 Fuss, dürfte die obere Grenze des Mendola-Dolomits sein. Höher hinauf folgen, wie eben erwähnt, im Süden weitere Dolomite und dolomitische Kalke, im Norden das Tuffgebirge. Eine Höhe des letzteren, den Padon-Spitz im Venetianischen, fand **Trinker** 8561 Fuss hoch. Verfolgt man aber den Zug nach Westen, so erscheint dort trotz der söhligen Lagerung unvermittelt ein Korallenriff des Schlern-Dolomits in einer viel geringeren Höhe, als der Kamm des Rückens einnimmt; die Cima Pasni beginnt unmittelbar über dem 7132 Fuss (Trinker) hohen Pordoi-Joch und ihr Dolomit ruht dort auf Sedimentärtuffen. Auch diese Schlern-Dolomitmasse muss sich daher gleichzeitig mit den dickbankigen Tuffen des Sasso di Capell abgelagert haben und ist doch unmittelbar neben ihnen. Dieser Berg, bei dem das genannte Verhältniss auf das Klarste aufgeschlossen ist, gibt einen deutlichen Fingerzeig zur Erklärung. Der Bau der Korallenriffe beginnt hier überall in einer Meereshöhe von ungefähr 7000 Fuss. Sie sitzen entweder Sedimentärtuffen auf (Pordoi-Gebirge, Cima Pasni) oder ruhen auf Mendola-Dolomit (Marmolata), sind aber stets, wie dies ja bei Korallenriffen immer der Fall ist, von einander getrennt und lassen oft ein tiefes Meer zwischen sich. Dieses Verhältniss fand auch zwischen den beiden Riffen der Cima Pasni und der Marmolata statt. Ihre später zu 7000 Fuss Meereshöhe erhobene Unterlage zog gleichförmig unter und zwischen ihnen hin, und der Theil, in welchem sich keine Korallen festsetzten, müsste der gleichmässigen Lagerung wegen noch heute eine ebene Fläche von 7000 Fuss Höhe bilden, wenn nicht gleichzeitig mit dem Aufbau der Riffe in den Zwischenräumen Ablagerungen stattgefunden hätten. Das Material zu solchen war in den mächtigen Eruptivtuff- und Augitporphyr-Massen der Nachbarschaft gegeben und konnte durch das Zusammentreffen von Strömungen und andere Umstände leicht zwischen den Riffen angehäuft werden. Besonders bemerkenswerth ist die unterbrochene Einlagerung kleiner, isolirter, dolomitischer Kalkbänke und gelber Mergelkalke, sowie die Analogie des Vorkommens mit dem an den Rosszähnen, bei St. Cassian und mit vielen Stellen im Venetianischen, wo überall der gleiche Schichtbau am Fuss von Korallenriffen stattfindet. In wie fern diese Erscheinung mit Allem, was bisher an den Korallenriffen der Südsee beobachtet worden ist, in vollster Uebereinstimmung steht, soll später in dem Abschnitt über die Hebungen und Senkungen ausführlicher erörtert werden.

Vedretta Marmolata — Sasso Vernale — Contrin-Thal. Unterhalb Penia mündet in den Avisio von Südosten her ein Nebenthal, welches das Innere des grossartigsten Kalkstocks von Süd-Tyrol erschliesst. Die Vedretta Marmolata (11,021′, Fallon; 11,098′, Trinker; 10,800′, Suppan; 10,233′, Geogn. K.), der Sasso Vernale und Sasso di Val Fredda sind die höchsten und durch ihre Formen zugleich die erhabensten Gipfel in unserem ganzen Gebiet. Gletschermassen ziehen sich steil an ihnen herab. Sie sind wegen der starken Neigung so wild zerklüftet, dass noch kein Bergsteiger über sie nach den Gipfeln jener Berge gelangt ist, aber Mehrere bei diesem Unternehmen verunglückt sind. Auch die Einsattelungen erreichen noch eine sehr bedeutende Höhe in diesem Gebirge. Das Joch vom Val Fredda nach San Pelegrino ist 9401 Fuss hoch. An diesem Joch entspringt das Val Fredda, der Schlüssel für den inneren Bau der umliegenden Gebirge. Seine Mündung liegt, wenn man 4653 Fuss (Geogn. K.) als die Höhe von Canazei annimmt, über 4700 Fuss hoch. Vom Avisio-Thal aus bemerkt man keine Spur des sich öffnenden Seitenthales; gleichmässig zieht die Felsmauer hin und man muss hoch an ihr

hinaufsteigen, um die Thalsohle zu erreichen, da der Bach zuletzt über einen wol 800 Fuss hohen Steilabhang hinabstürzt. Wilde Felstrümmer sind hier bis zu dieser Höhe aufgethürmt. Sie scheinen von einem Bergsturz herzurühren, welcher einst die Mündung des Val Fredda versperrt und das Thal zu einem See umgeschaffen haben mag. Später wurde das Seebecken mit Anschwemmungen ausgefüllt und der Bach nahm seinen Lauf nach wie vor über die Felstrümmer. Hat man daher die steile Stufe überstiegen, so kommt man auf eine vollkommen ebene Thalfläche, welche sich zwischen den Steilwänden des Monte Colatsch und der Marmolata ausbreitet. Erst bei einigen kleinen Alphütten beginnt der steilere Aufstieg. Die obere Thalstrecke ist an grossartigen Scenen überaus reich. Dort, wo dasselbe von der südöstlichen Richtung nach der südlichen umbiegt, eröffnet sich ein hinreissend schöner Anblick. Man befindet sich selbst am Fuss von Schneefeldern und Gletschern und ist in grossartigem Halbkreis von den hohen Kalkgipfeln umstarrt. Tief unten im Thal sieht man Canazei, darüber die Höhen des Tuffplateau's, welche hoch vom Langkofl und Blattkogl überragt werden. Im fernen Hintergrund dehnt sich die schneebedeckte Kette der Central-Alpen aus. Ueber einige Schneefelder erreicht man auf bequemem Weg die Höhe des Joches. Jenseits steigt man in enge, spaltenähnliche, mit Geröll erfüllte Schluchten hinab, durch die man bald die Focchiada-Alp und die einsame Kirche von San Pelegrino erreicht.

Das Innerste dieser Gebirgswelt besteht aus den Schichten der älteren Trias, welche mehrfach wellig aufgebogen sind, aber doch im Allgemeinen nach Südost ansteigen. Der rothe Grödner Sandstein kommt nicht zu Tage, in um so deutlicherem Aufschluss stehen die Seisser Schichten, besonders in den Umgebungen der Alpe Contrin, an. Darüber wölben sich allenthalben die Campiler Schichten, deutlich von den vorigen getrennt. Der Bank des Mendola-Dolomits erwähnte ich bereits bei der Beschreibung der Umgebung des Fedaja-See's. Ueberall bildet sie das Liegende der höheren Kalke und Dolomite. Als solches zieht die Platte vom Sasso Vernale unter der Marmolata hinweg nach dem Fedaja-See, ebenso westlich nach dem Quellgebiet des Thales der Pozza-Alpe. Sie verschwindet mit der ganzen älteren Trias unter den Wänden des Campo Ziegelau, indem sich die Tuffe dazwischen schieben. Dasselbe ist der Fall am Colatsch-Berg, dessen Dolomit östlich auf der älteren Trias des Val Fredda, westlich auf den Tuffen des Bufaure-Gebirges ruht. Unter diesem Berge und unter dem Campo Ziegelau scheint daher das Ufer des Tuffmeeres gewesen zu sein. Durch diese ungleichförmigen und doch durch die einfachsten Gesetze erklärbaren Lagerungsverhältnisse gehören die westlichen Gehänge des Val Fredda zu den lehrreichsten Stellen für das Verhältniss der älteren zu den beiden Abtheilungen der jüngeren Trias. Am Südabhang des Campo Ziegelau und des Sasso di Val Fredda gegen das Pelegriner Thal fehlen die Tuffe über dem Mendola-Dolomit ebenfalls; auch hier war zur Zeit der vulcanischen Thätigkeit Festland. In voller Uebereinstimmung mit dem allmäligen Ansteigen der älteren Trias nach Südost steht die interessante Beobachtung von **Fuchs**, dass östlich von dem Sasso Vernale der rothe Sandstein (wahrscheinlich der der Campiler Schichten) an der Forca rossa in 8000 Fuss Höhe ansteht.

Was die über dem Mendola-Dolomit folgenden Schichtgebilde betrifft, welche den höheren Theil der Gebirge um das Val Fredda zusammensetzen, so übergehen wir die Tuffe, da sie sich erst weiter westlich einschieben. Das schwierigste Problem bleiben hier die überaus mächtigen Dolomite und dolomitischen Kalke der Marmolata, des Sasso Vernale, Sasso di Val Fredda und des Campo Ziegelau; ich suchte bereits im stratigraphischen Theil (s. „Schlern-Dolomit") zu beweisen, dass sie noch sämmtlich der Trias angehören, da Eruptivgänge bis in bedeutende Höhe, zum Theil bis auf die höchsten Gipfel, darin aufsetzen. und obgleich die Form der Vedretta Marmolata viel mehr dem Charakter des Monte Pelmo, Monte Antelao, Monte Civitá und anderer Dachsteinkalk-Hochgipfel im Venetianischen, sowie dem Monte Tofana

und Lagazuoi in den Ampezzaner Alpen entspricht, als einem der entschiedenen Schlern-Dolomit-Berge, scheint doch der angeführte Grund keine andere Altersbestimmung zuzulassen. Dazu kommt, dass *Ammonites globosus* in allen Höhen, welche ich kennen lernte, im Kalk enthalten ist; besonders häufig fand ich ihn beim Aufstieg von der Focchiada-Alp nach dem Contrin-Joch und in dem obersten Kessel des Val Fredda.

Eine wichtige Rolle spielen im Bau des Marmolata-Gebirges die Eruptivgesteine. Es lässt sich schon *a priori* erwarten, dass ein Gebirge in so unmittelbarer Nähe des Centralheerdes der Eruptionen in dieser Beziehung nicht ganz unbeeinflusst bleiben konnte. Die Gesteine treten in zahlreichen Gängen auf, welche grösstentheils von unbedeutender Mächtigkeit sind, aber doch ein vielverzweigtes Netz bilden; sie gehören deutlich zweierlei Gesteinen und zweierlei Perioden an. Es erscheinen zunächst einige mächtige Gangstöcke von typischem Augitporphyr, welche ausschliesslich die ältere Trias durchsetzen. In der Nähe der Alpe Contrin beobachtet man sie mehrfach. Man sieht die Gänge quer über das Thal fortsetzen und an den Wänden der Marmolata hoch hinaufreichen. Diese älteren Gänge sind in geringer Zahl vorhanden. Ausserdem tritt ein zweites System von Gängen auf, welche sehr geringe Mächtigkeit besitzen, aber vielverzweigte enge Spalten im Schlern-Dolomit und Kalk erfüllen. Sie sind als dünne schwarze Schnüre an allen Abhängen zu erkennen, besonders häufig in der oberen Thalstrecke und hier wiederum vorzüglich am Sasso Vernale. Sie bestehen aus Melaphyr und Uebergangsgliedern zwischen diesem und Augitporphyr; selten tritt der letztere reiner auf.

Es scheint hieraus hervorzugehen, dass während der Hauptperiode der eruptiven Thätigkeit in dem benachbarten Centralheerd des oberen Fassa dieses Grenzgebirge von Eruptionen verschont blieb. Die sparsamen, aber mächtigen Augitporphyr-Gänge bei Contrin dürften der ersten Aeusserung der vulcanischen Thätigkeit angehören, welche der allgemeinen Hebung an der Grenze zwischen älterer und jüngerer Trias unmittelbar folgte. Die Gänge am Sasso Vernale aber gehören sicher einer weit späteren Zeit an; ihre Bildung erfolgte lange nach Beendigung der Hauptperiode der eruptiven Thätigkeit, als die Formation des Schlern-Dolomits in bedeutenden Massen die Tuffe bedeckte. Die von **Fuchs** angeführte Erscheinung, dass fast alle schwarzen Gänge am Sasso Vernale auf der Höhe kleine Kalkspitzen tragen, welche sie aus dem Gestein herausgepresst haben sollen, konnte ich nirgends beobachten. Die Gänge schienen mir vielmehr Ausfüllungen vorher gebildeter Spalten zu sein.

Oestlich vom Sasso Vernale beobachtete **Fuchs** auch noch einige bedeutendere Gänge, welche der älteren Formation anzugehören scheinen. Sie durchsetzen an der Forca rossa rothen Sandstein (der Campiler Schichten) und zertrümmern sich in den darüber folgenden (Mendola-)Kalken.

Bufaure-Gebirge. Das Tuffgebirge im Innern des grossen Kalk- und Dolomitgebirgs-Ringes bezeichnen wir nach einem Gipfel am Südrande, dessen Name durch Mineralführung und geognostischen Bau am bekanntesten geworden ist. Es hatte sich im Vorigen in Hinsicht auf den allgemeinen Gebirgsbau ergeben, dass die ältere Trias einen grossen Kessel bildet, an dessen ringförmigen Rändern der Mendola-Dolomit wallartig ansteigt. Das Innere des Kessels ist mit Tuffen und massigen Gesteinen des Augitporphyrs ausgefüllt und wir haben es bereits mehrfach als den Centralheerd der vulcanischen Thätigkeit bezeichnet. Nachher wurden den Rändern des Kessels jene hohen, riffartigen Kalk- und Dolomitgebirge aufgesetzt, welche ihn in weitem Umkreis umstarren; im Innern des Kessels ragen einige Berge bis über die Höhe des Randes auf, sie bestehen aus denselben Schichten wie der Sasso di Capell und Sasso di Mezzodi. Die Hauptphasen der Geschichte ergeben sich hieraus in einfacher Weise. Nach Beendigung der ruhigen Ablagerung der älteren Trias erhob sich das Gebirge ringförmig mit dem tiefen Einbruch in der Mitte. Es folgte die Periode der vulcanischen Thätigkeit, während welcher eine Bucht des Tuffmeeres das Innere des Kessels erfüllte und der niedrige Nordrand vom Meer überspült war. Die Eruptivmassen

lagerten sich ab, dann folgte die grosse allgemeine Senkung, während welcher die hohen Randgebirge als Korallenriffe entstanden. Zugleich fanden in dem mittleren freien Raum andere Ablagerungen statt, welche denen im Norden des Fedaja-See's vollkommen gleichen.

Zur weiteren Zergliederung der inneren Ausfüllung des Kessels, des eigentlichen Bufaure-Gebirges, dienen besonders drei tief eingeschnittene Thäler, welche seinen inneren Bau aufschliessen: das Val Fredda oder Contrin-Thal mit seiner Fortsetzung bis Canazei, das Thal der Pozza-Alpe bis Pozza und das Avisio-Thal von Canazei bis Pozza. Die ersten beiden entspringen an dem grossen Knotenpunkt des Sasso di Val Fredda, von dem noch mehrere andere Thäler und mehrere Gebirge ausgehen, darunter auch das Bufaure-Gebirge, welches sich als ein grosses, dreiseitiges, von den genannten Thälern begrenztes Massiv nach Nordwesten zieht. Jeder der drei Thaleinschnitte setzt bis in die ältere Trias nieder und trennt daher scharf die Eruptivgesteine und plutonischen Sedimente des Bufaure-Gebirges von ihren jenseitigen Fortsetzungen; nur bei der Pozza-Alpe, wo in dem Gebirgsbau der älteren Trias einige bedeutendere Störungen wahrzunehmen sind, setzen die Eruptivtuffe selbst durch den Thalboden nach Süden hinüber und breiten sich bis zum Campo Ziegelau und Sasso di Campagnazza aus. Die Verhältnisse, unter denen das Liegende im Contrin-Thal auftritt, wurden soeben erörtert; wir wenden uns zu den beiden anderen Thälern, zunächst nach dem der Pozza-Alpe. Dieses Thal entspringt in einem amphitheatralischen Kessel, von dessen Wänden allseitig in Schluchten die Quellbäche herabströmen. Die höheren Theile liegen in der erhobenen älteren Trias und werden nur noch von den höchsten Formationen des Campo Ziegelau und der Ausläufer des Sasso Vernale überragt. Die *Seisser* und *Campiler Schichten* sind hier in mächtigen Wänden entblösst, in den erstern steht ein Gypslager an. Sie bilden vereint den Grat gegen die Alpe Contrin. Die *Virgloria-* und *Mendola-Schichten* folgen als mächtige Bank, die dem Grat noch in einzelnen abgebrochenen Stücken aufsitzt und unter anderen kleinen Gipfeln den charakteristisch gestalteten Sasso di Contrin krönt. Steigt man aus diesem Quellkessel abwärts, so erreicht man die Pozza-Alpe auf langgestrecktem, ebenem Thalboden dort, wo sich von beiden Seiten die *Tuffe* verbinden und die ältere Trias in der Tiefe bleibt. Ehe man die letztere verlässt, zeigt sie, besonders an der rechten Thalwand, mehrere bedeutende Störungen, steile Aufrichtung der Schichten u. s. w., und an einigen Stellen sieht man die Tuffe unmittelbar den Campiler Schichten folgen. Dies ist der einzige Ort, wo ich auf tyrolischem Gebiet ein derartiges Verhalten beobachtete; es ist eine Folge der mächtigen Revolutionen, welche den Tuffablagerungen vorangingen. Im Venetianischen scheint dies Lagerungsverhältniss mehrfach vorzukommen. Abwärts von der Pozza-Alpe erreicht man bald den *Mendola-Dolomit;* aber er tritt nicht allmälig unter den Tuffen hervor, sondern erscheint plötzlich und in ungewöhnlicher Mächtigkeit. In hohen Wänden steht er zu beiden Seiten des spaltenähnlich eingerissenen Thales an und trägt in der Höhe die Tuffe des Bufaure. Wo von der linken Seite der Monzoni-Bach einmündet, treten die steilen Wände auseinander, ein niedriges, bewaldetes Schuttland zieht sich zwischen beiden Bächen bis zu ihrer Vereinigung hinab. Die rechte Thalwand bleibt steil und trägt *Tuffe,* die linke wird erst in der Höhe steil und trägt den *Schlern-Dolomit* des Sasso di Loch. Ehe man Pozza erreicht, kommt man auf östlich einfallende *Campiler* und *Seisser Schichten,* während jenseits des Baches schon *Grödner Sandstein* ansteht. Ueberblickt man die Tiefenentblössung des Pozza-Thales, so hat man im Osten und Westen ältere Trias, deren Schichten gegen einander muldenförmig einfallen. Südlich von dem Thal steigt dasselbe Schichtensystem steil nach Süden an, um den Rand des Eruptionskessels zu bilden, so dass man im oberen Monzoni-Thal, also in weit höherem Niveau, und ebenso am Südabhang des Campo Ziegelau wieder das Liegende des Mendola-Dolomits erreicht.

Das Avisio-Thal zwischen Pozza und Campidello ist der tiefste Einschnitt in das Schichtensystem des Bufaure-Gebirges. In der ganzen Erstreckung ist die ältere Trias mit starker Neigung nach dem Innern des Kessels als das Liegende entblösst. Bei Pozza fällt sie östlich; je weiter man gegen Campidello kommt, desto mehr wird die Richtung südöstlich und bei Gries ist sie südlich, daher an den äusseren Thalwänden die Schichten der älteren Trias ungleich höher hinaufreichen, als an der dem Bufaure-Gebirge zugewendeten Seite. Die Breite der ebenen, mit Alluvionen erfüllten Thalsohle macht den Unterschied der beiden Thalwände noch auffallender. An der östlichen Wand verschwindet allmälig Schicht für Schicht, je weiter man thalaufwärts wandert, unter der Thalsohle und gegenüber von Fontanaz zieht auch der mächtige Mendola-Dolomit hinab, während er an der westlichen Seite noch hoch oben ansteht. So kommt es, dass gegenüber von Campidello die beinahe senkrechten dunklen Wände fast nur aus Tuffen bestehen, bei dem Dorf selbst aber die *Posidonomya Clarai* in Menge vorkommt. Wir haben dieses Verhältnisses sowie der Lagerung in der Gegend von Gries, Alba und Penia schon oben erwähnt.

So erweist sich das Liegende des Bufaure-Gebirges allenthalben als die ältere Trias mit kesselförmig nach dem Innern einfallenden Schichten. Wo immer man nach den höheren Theilen ansteigt, muss man hohe Steilwände oder tief eingegrabene Schluchten hinanklimmen und erreicht dann eine freie bemattete Höhe mit welliger Oberfläche, aus der einzelne Gipfel höher aufstarren, während die in weiten, sanften Mulden sich sammelnden Bäche, ehe sie die Abhänge erreichen, tiefe Schluchten bilden, um zuletzt in Cascaden über die steile Wand dem Avisio zuzustürzen. Alle grösseren Bäche münden an der nordwestlichen Seite des Dreiecks und dringen mit ihren Quellgebieten radienförmig gegen die südöstliche Ecke vor. Dieselbe radiale Verzweigung haben die Höhenzüge. Alle tieferen Entblössungen sind daher gegen den westlichen und nordwestlichen Theil des Gebirges gelegen; dort besonders findet man steile schwarze Wände, die, von aller Vegetation entblösst, der mechanischen Zerstörung und chemischen Zersetzung einen grossen Spielraum lassen, während gegen Osten und Südosten Alpenflächen das Gebirge bedecken und kaum ein Gestein erkennen lassen. Die berühmten Mineralfundstätten des Bufaure-Gebirges (Giumella, Le Palle, Drio le Palle, Ciamól, Ciaplaja, Le Masonade u. s. w.) sind daher meist in der Nähe des Steilabfalls gegen das Avisio-Thal gelegen und durch die tiefen Schluchten, welche die Wanderung über alle Fundstätten etwas unbequem machen, entblösst.

Von dem Mendola-Dolomit bis zu einer Meereshöhe von mehr als 7000 Fuss besteht diese gesammte Gebirgsmasse aus den charakteristischen *Eruptivtuffen*. Nimmt man den Fuss des Tuffgebirges bei Campidello, wo er bis unter die Thalsohle hinabreicht, zu 4500 Fuss an, so würde dies eine Mächtigkeit von ungefähr 2500 Fuss ergeben, und wenn man die Höhen des Bufaure-Gebirges, welché aus regenerirten Tuffen und Augitporphyr bestehen, hinzurechnet, so erhält man 4000 Fuss; allein dies ist weit unterschätzt, da die Mendola-Schichten dem Innern des Gebirges zufallen und daher in der Mitte die Mächtigkeit am bedeutendsten ist. Schon diese ausserordentliche Mächtigkeit deutet auf eine sehr heftige und intensive eruptive Thätigkeit hin. Noch mehr sprechen dafür die Gesteine. Zunächst fehlen im tiefsten Theil durchaus die *Buchensteiner Schichten*. Im Livinallongo, im oberen Gröden und in allen Theilen der Seisser Alp liessen sie sich noch auf das Deutlichste beobachten; sobald man aber den Nordrand des Eruptivkessels des oberen Fassa übersteigt, sind sie verschwunden; schon im Duron-Thal ist weder von ihnen noch von *Wenger Schichten* eine Spur vorhanden, ebenso wenig bei Gries, Canazei, Penia, im Contrin-Thal u. s. w. Dagegen erscheinen hier sogleich *Eruptivtuffe*. Es ist daher vollkommen klar, dass im oberen Fassa die eruptive Thätigkeit zugleich mit der allgemeinen Hebung und Dislocation begann. Nur in sehr fein vertheiltem Zustand konnte in den höheren Theilen

des Meeres das Material der Eruptionen über den Wall nach den nördlicher gelegenen Theilen des Meerbusens getragen werden; daher dort jene feinen tuffigen Schlammabsätze, in denen die *Halobia Lommeli* begraben wurde, gleichzeitig mit den Eruptivtuffen des Bufaure-Gebirges abgelagert werden konnten. Von diesen ersten Eruptionen an bleibt das obere Fassa ein Schauplatz vulcanischer Ausbrüche, welche durch Perioden der Ruhe unterbrochen wurden. Durch jene drangen stets *Augitporphyr*-Massen aufwärts; sie durchsetzten alle vorher gebildeten Schichten in Gängen. Dort aber, wo der Gang die einstige Oberfläche erreichte, breitete sich seine feurig-flüssige Masse stromartig aus; verfolgt man sie weiter, so verliert sie mehr und mehr den Charakter eines massigen Eruptivgesteins; sie wird conglomeratisch, dickbankig geschichtet und verliert sich in Eruptivtuffen. Diesen Erscheinungen begegnet man in grosser Zahl am Bufaure-Gebirge. Es finden oft kleine Aenderungen dabei statt, aber im Allgemeinen bleibt sich die Erscheinung gleich. So kommt es, dass der ganze reiche Wechsel der Eruptivtuffe mit ihrem Muttergestein, wie wir ihn bereits mehrfach beschrieben, hier in verwirrender Manchfaltigkeit auftritt. Oft begegnet man bei jedem Schritt einer verschiedenen Abänderung eines Tuffs, oft hält ein Conglomerat mit stets gleichen Eigenschaften auf weite Erstreckung an. Zu alledem kommen aber noch die Niederschläge in den Perioden der Ruhe. Nicht selten begegnet man dem Gestein der Wenger Schichten, während Andeutungen eigentlicher Sedimentärtuffe kaum vorkommen. Am wichtigsten aber sind Bänke von Dolomit und klippigem Kalk, welche meist in bedeutender Mächtigkeit auftreten, aber eine äusserst geringe horizontale Verbreitung haben. Nach allen Seiten sind sie schroff abgesetzt und ohne Uebergang in das Nachbargestein. Wenn man sie hoch oben an den schwarzen Gehängen sieht, wie sie zum Beispiel bei der Pozza-Alpe auftreten, so ist man geneigt, sie für losgerissene und durch den Augitporphyr aus der Tiefe erhobene Bruchstücke des Mendola-Dolomits zu halten. Allein die nähere Betrachtung der Abhänge zeigt dann allemal den Charakter dickbankiger Schichtung der liegenden Gesteine, und wenn auch oft die Störungen noch so bedeutend sind, so muss man doch jene fragmentarischen Kalkbänke als in die Periode der Tuffe fallende Sedimente anerkennen. Mögen sie auch zum Theil durch die fort und fort sich wiederholenden Eruptionen und die damit in Zusammenhang stehenden Erschütterungen zerstört und zertrümmert und zuweilen als wirkliche Bruchstücke einer grösseren Bank eingeschlossen sein, so findet doch ebenso häufig eine entschieden ursprüngliche Isolirtheit der Ablagerung statt. Wir werden also auch hier zur Annahme des Aufbaues durch animalische Thätigkeit gedrängt; denn eine so isolirte Entstehung eines Kalkriffs ist wol nur durch riffbauende Korallen möglich. Die flottirenden Thierchen setzten sich, sobald eine Zeit der Ruhe eintrat, an günstigen Orten fest und bauten in dem an Zersetzungsproducten reichen Meere fort bis zum Beginn erneuter eruptiver Thätigkeit.

Verschieden von diesen äusseren Abhängen des Gebirges und von dem durch steile Schluchten entblössten innersten Bau desselben sind die Rücken, welche auf der Höhe des Plateau's radienförmig von dem südöstlichsten Punkt sich verzweigen. Meist wird ihr Grat von Augitporphyr gebildet, der mit seinen jüngsten Gängen die ganze Gesteinsfolge durchbrochen hat und oft in bedeutender Mächtigkeit ansteht. Er ist ausgedehnt auf dem Rücken des Sasso di Damm und Bufaure, sowie östlich vom Colpelle-Berg und an vielen anderen Stellen. Es ist aber wahrscheinlich, dass diese Gräte des Eruptivgesteins nicht ursprünglich als solche gebildet wurden, sondern in späterer Zeit blossgelegte Gangmassen sind, welche durch den grösseren Widerstand gegen das Eingreifen der Zersetzung bald über die Tuffe hinausragen mussten. Dies wird unzweifelhaft, wenn man den Bau der höchsten Theile des Gebirges zur Seite des Monte Colatsch berücksichtigt. Dort findet derselbe Schichtenbau statt, wie auf dem Sasso di Capell und Sasso di Mezzodi. Es sind ebenfalls horizontale Bänke von regenerirten Tuffen mit

dickbankigen Mergelkalken, Kalkconglomeraten u. s. w., welche wir früher als eine mit den Korallenriffen des Schlern-Dolomits gleichzeitige Bildung erklärten. Die horizontale Lagerung dieser Schichten macht es wahrscheinlich, dass sie früher das ganze Gebirge bedeckten und die Augitporphyr-Gänge in sie eindrangen. Später wurden sie zerstört und fortgeführt und die Gangmassen blieben zurück.

Was die Lagerstätten der Mineralien im Augitporphyr und den Eruptivtuffen des Bufaure-Gebirges betrifft, so habe ich dieselben an einem andern Ort ausführlich behandelt [1]) und kann auf die dort angeführten Thatsachen verweisen. Wir schliessen hiermit die Betrachtung des Tuffplateau's und werfen nur noch einen Blick auf seine südliche Umwallung.

6. Südliche Umwallung des Tuffplateau's.

Rosengarten-Gebirge. Das Rosengarten-Gebirge ist der verzweigteste Dolomitstock in unserem Gebiet. Seine westlichen Abstürze gegen das Porphyrplateau sind bereits oben Gegenstand der Betrachtung gewesen. Die tiefen Einschnitte des Tschamin-Thales, des Purgametsch-Thales und die Gehänge gegen das Welschnovner Gebirge entblössten in klarer Weise die vollständige Schichtenfolge der Trias mit Ausnahme des gesammten Tuffsystems und der Raibler Schichten. Der Schlern-Dolomit lagert hier unmittelbar über dem Mendola-Dolomit, während am Nordabhang des Gebirges gegen das Duron-Thal sich deutlich die Tuffe einschieben. Wir sahen dort den Mendola-Dolomit tief hinabziehen und den Boden eines Meeres bilden, dessen Ufer unter dem Rosengarten-Gebirge hinzog. Der Ostabhang zeigt wieder das erste Lagerungsverhältniss. Die Bank des Mendola-Dolomits zieht aus der Tiefe des Eruptionskessels im oberen Fassa quer über das Avisio-Thal schnell nach einer so bedeutenden Höhe, dass er vom Tuffmeer nicht überfluthet und von dessen Niederschlägen nicht bedeckt werden konnte. Es war hier eine Ufergegend, die erst während der allgemeinen langsamen Senkung von den Korallenriffen des Schlern-Dolomits überbaut wurde. Der Dolomit tritt in dem vielzackigen Gebirge mit seinen hohen Gipfeln und seinen nach allen Seiten weit hinausragenden Gräten in der reinsten Gestalt auf; es ist dasselbe weisse, drusige, krystallinische Gestein wie am Schlern. Zwischen den einzelnen Armen ziehen schluchtenartige, wilde Seitenthäler des Avisio steil hinauf. Ihr Grund ist in der älteren Trias; zur Seite und in ihren unzugänglichen Quellgebieten sind sie von den starren Wänden des Schlern-Dolomits eingeengt. Das nördlichste dieser Thäler entspringt aus einem wilden Felskessel im Antermoja-See und stürzt durch enge Spalten, welche der Weg hoch umgehen muss, nach der älteren Trias hinab. Ueber ihre sanftern Gehänge erreicht der Bach bei Campestrin den Avisio. Am tiefsten in das Innere der Dolomitwelt führt das Vajolett-Thal, welches sich bei Pera öffnet und durch mächtige Trümmermassen bezeichnet ist. An seinen Gehängen ist das gesammte System der Seisser und Campiler Schichten in seltener Deutlichkeit entblösst. Es zeichnet sich hier durch seinen ausserordentlichen Reichthum an Versteinerungen, besonders die Campiler Schichten durch die Häufigkeit der *Posidonomya aurita,* aus. Ein drittes Thal mündet bei Vigo. Dieses Dorf, der Hauptort des Fassa-Thales und der geeignetste Ausgangspunkt für die Erforschung desselben, liegt bereits auf Grödner Sandstein, der an den buchtenreichen Gehängen nach dem Caressa-Pass hinaufzieht. Wie von diesem Pass gegen das Kälbl-Eck (Profil XIII), so durchschreitet man daher bei jedem Aufstieg aus den tieferen

[1]) „Ueber die Bildung und Umbildung einiger Mineralien in Süd-Tyrol", S. 326—374.

Theilen des Thales nach den höheren Gehängen die ganze Folge der älteren Trias, am vollständigsten bei Moëna, wo der Quarzporphyr als das Liegendste ansteht.

Die Fallrichtung der älteren Trias ändert sich, wenn man von Campidello nach Moëna wandert, allmälig von Süd über Südost und Ost nach Nordost und Nordnordost, ist also im Grossen kesselförmig nach dem Centralheerd der eruptiven Thätigkeit gerichtet. Entsprechend verhält sich die jedesmalige Fortsetzung der Schichten an der gegenüberliegenden Thalwand; denn wo die Fallrichtung senkrecht gegen die Richtung des Thales ist, erscheinen jenseits in gleichem Niveau höhere Schichten, wo beide Linien zusammenfallen, die gleichen Schichten wie diesseits.

Sasso di Loch — Campo Ziegelau — Sasso di Val Fredda. Die südliche Umwallung des Centralheerdes der eruptiven Thätigkeit erreicht nicht die bedeutende Höhe der westlichen und östlichen Umwallung. Während dort der Rosengarten und die Marmolata zu 10,000 und 11,000 Fuss sich erheben, erreichen diese südlichen Kalkberge kaum mehr als 9000 Fuss. Um so höher ist hier die ältere Trias als Rand des Eruptionskessels erhoben; denn wenn die Kirche von San Pelegrino 6582 Fuss (nach Trinker) hoch ist, so stehen die Mendola-Schichten erst in 7800 bis 8000 Fuss an, so am Südabhang des Sasso di Val Fredda, des Campo di Lastei, Campo Ziegelau und Sasso di Campagnazza. Am Monzoni reichen sie bis zum Pass Alle Selle, während sie am Monte Rocca und Sasso di Loch tiefer zu bleiben scheinen. An keinem Theil der Ränder des Eruptionskessels ziehen die Mendola-Schichten steiler vom Ufer nach dem Innern des Kessels hinab. Man sieht dies am deutlichsten im Monzoni-Thal. Der Ursprung desselben am Pass Alle Selle liegt in Mendola-Schichten und an seiner Mündung in den von der Pozza-Alpe herabkommenden Bach, welche gegen 3000 Fuss tiefer gelegen ist, stehen noch dieselben Schichten an. Zwischen beiden Endpunkten ist das Thal bis in die tieferen Campiler und Seisser Schichten eingesenkt. Die Höhe dieses südlichen Kraterrandes steht in auffallendem Contrast zu der Niedrigkeit des Nordrandes; beide aber zeichnen sich durch ihre Steilheit und ihre bedeutenden Schichtenstörungen aus, während gegen West und Ost die Schichten gleichmässiger ansteigen. In dem mittleren Theil des Zuges ist das Ufer, wie gewöhnlich, durch Tuffe bezeichnet, welche die Mendola-Schichten bedecken und selbst wieder nebst dem angrenzenden Uferlande von den hohen Kalk- und Dolomitmassen überlagert werden.

Die ganze ostwestlich streichende Gipfelreihe ist eins der vom Sasso di Val Fredda radienförmig sich verzweigenden Gebirge und zwischen zwei Thalsenkungen eingeschlossen, welche in der Gegend jenes Gipfels entspringen. Im Süden ist es das langgezogene Thal von San Pelegrino, die Fortsetzung der Einsenkung des Caressa-Passes, im Norden das Thal der Pozza-Alpe, welche den Zug begleiten und seinen Gebirgsbau auf das Klarste erschliessen.

Das Pelegriner Thal ist überaus lehrreich. Südlich von demselben erhebt sich das mächtigste *Quarzporphyr*-Gebirge mit dem 9000 Fuss hohen Monte Bocche. Der Bach ist in dieses Gestein eingeschnitten. An der gesammten südlichen Thalwand ist keine Spur eines Schichtgesteins zu sehen, während sich an der nördlichen Wand die Triasschichten in regelmässiger Folge aufbauen; die *Grödner Sandsteine* bilden breite und sanfte Terrassen mit den Alpen Campagnazza und Focchiada. Der dichte Graswuchs lässt nicht erkennen, ob hier ein allmäliger Uebergang aus dem Eruptivgestein in den Sandstein stattfindet. Auch die *Seisser Schichten* bilden noch sanfte Gehänge und steigen erst in ihren höheren Schichten steiler an, die *Campiler Schichten* setzen meist die steilen Wände des Kalks fort und zeichnen sich durch ihre rothe Färbung aus. Oestlich von San Pelegrino ist die Entblössung dieser unteren Triasschichten besonders deutlich. Die tiefe Thalsenkung setzt nach dieser Richtung fort; aber eine kleine Erhöhung der Thalsohle westlich von der Kirche veranlasst die Gewässer, nach zwei Seiten

abzufliessen. Nur der nach Westen gerichtete und bei Moëna mündende Theil trägt den Namen des Pelegrin-Thales; nach Osten fliesst der Biois-Bach dem Cordevole zu und nimmt schon unweit seines Ursprunges den Focchiada-Bach und das Val Fredda auf, welche beide vom Sasso di Val Fredda herabkommen. Der Grat, welcher von dem letzteren Hochgipfel zwischen den beiden kleinen Thälern gegen ihren Zusammenfluss herabzieht, enthält die deutlichsten Schichtenprofile an den steilen Wänden der ausgewaschenen Schluchten. Einige Gypsstöcke in den Seisser Schichten vermehren wie gewöhnlich ihre Abschüssigkeit. Nicht weniger klaren Aufschluss gibt der Weg von San Pelegrino über die Focchiada-Alp und den Pass am Sasso Vernale nach dem Contrin-Thal. Der jenseitige Theil dieses hohen, aber leichten und genussreichen Jochüberganges wurde bereits im Vorigen beschrieben. Steigt man von der Focchiada-Alp aufwärts, so gelangt man über Trümmermeere von übereinander gestürzten grossen Blöcken nach der oberen Grenze der Campiler Schichten. Ob darüber Mendola-Schichten als Dolomit anstehen, vermochte ich nicht zu entscheiden; doch ist es sehr wahrscheinlich, da sie weitum diesen petrographischen Charakter besitzen. Man lenkt in ein links herabkommendes spaltenartig enges Hochthal ein. Das erste deutlich anstehende Gestein sind röthlich gefärbte Kalke mit zahlreichen, aber undeutlichen *Globosen Ammoniten*. Die rothe Färbung verschwindet nach oben, es stellen sich graue Kalke ein und die Ammoniten werden seltener. Steil und in zahlreichen Windungen steigt man über das lose Geröll nach dem schneebedeckten Pass. Ein besonderes Interesse erhält dieser Jochübergang durch die Unzahl von Gängen, welche als lange schwarze Fäden an allen Abhängen hinaufziehen. Sie haben das Gestein in ihrer Nachbarschaft meist nur wenig und in geringer Entfernung zu verändern vermocht. Das Gestein ist dasselbe wie das der späteren Gänge im Contrin-Thal an den Abhängen des Sasso Vernale und der Vedretta Marmolata, meist Uebergangsglieder zwischen Augitporphyr und Melaphyr.

So gleicht der dem Quarzporphyr folgende Schichtenbau im oberen Theil des Pelegriner Thales in Bezug auf die Art der Formationen genau den Abhängen, welche über das Quarzporphyr-Plateau aufsteigen. Der einzige Unterschied ist, abgesehen von geringeren petrographischen Abänderungen, das Auftreten von geschichteten reinen und dolomitischen Kalken an der Stelle des krystallinischen Schlern-Dolomits.

Etwas weiter abwärts im Pelegriner Thal ändert sich der Gebirgsbau. Südlich steigen noch, wie bisher, die Gehänge des Quarzporphyrs an, aber im Norden ist die ganze beschriebene Triasfolge plötzlich abgeschnitten. Ein mächtiger Stock eines syenitartigen Gesteins erhebt sich mit steilen Abhängen und ist in einer senkrecht aufsteigenden Begrenzungslinie von dem Schichtgebirge getrennt. Es ist der Eruptivstock des Monzoni-Gebirges. Noch weiter abwärts folgt dem Syenit plötzlich Augitporphyr, über dem man wieder die weissen zackigen Gipfel des Kalkgebirges aufragen sieht. Es ist der Monte Rocca mit den Laste di Pesmeda, eine Fortsetzung des Zuges vom Sasso di Val Fredda und dem Campo Ziegelau. Die gleichen Gesteinsmassen erheben sich zur Linken. Hat man in der Thalsohle den Augitporphyr überschritten, so kommt man in das Liegende jener hohen Kalkgebirge; der Mendola-Dolomit und die Campiler Schichten bleiben beiderseits in der Höhe, nur die Seisser Schichten stehen in der Thalsohle an. Sie sind vielfach verworfen, gefaltet und von Augitporphyr-Gängen durchsetzt. Bald folgt darunter der Grödner Sandstein und der Quarzporphyr von Moëna.

Eine der auffallendsten Erscheinungen im Bau des Gebirges vom Val Fredda-Spitz nach dem Sasso di Loch ist der bedeutende Unterschied der Höhe, in der am Südabhang die ältere Trias ansteht. Denn während am Ostrand des Monzoni-Gebirges der Mendola-Dolomit beinahe bis 8000 Fuss hinaufreicht, bleibt er bei Moëna in kaum 5500 Fuss. Hier sind die beiden Theile durch den Monzoni getrennt. Im Norden dieses Gebirges aber sind sie verbunden; denn von Moëna zieht der Mendola-Dolomit mit seinem

Liegenden und Hangenden continuirlich und ohne bedeutendere Störung den Abhängen des Sasso di Loch entlang und um dessen Ausläufer herum nach dem Monzoni-Thal und der Pozza-Alpe. Im Monzoni-Thal aber findet das vorerwähnte schnelle Ansteigen der Formation nach dem Pass Alle Selle statt. Die Verwerfung kann daher nur durch das Eruptivgestein des Monzoni verursacht sein. Wir wenden uns zur Darstellung dieses Gebirges.

Der Monzoni. Mitten aus den mächtigen Kalk-Alpen, welche sich dem Porphyrzug des Monte Bocche anlegen, erhebt sich der Eruptivstock des Monzoni-Gebirges; er wird durch das tiefe Thal von San Pelegrino vom Monte Bocche getrennt, schliesst sich aber im Osten und Westen unmittelbar den hohen Kalkgipfeln des Ziegelau und Monte Rocca an und setzt mit flachem, nach Süden gerichtetem Bogen die Kette derselben fort. Gegen Norden entsendet er das tiefe Val di Monzoni, dessen Thalsohle durch die mächtigen Kalkmassen bis in die tiefsten Triasschichten hinabreicht. Seine Quellbäche entspringen von Osten und Westen her dort, wo auf dem Gebirgsrücken das Eruptivgestein an den Kalk grenzt, und haben sich längs der Grenze ihr Bett abwärts gewühlt, das im Lauf der Zeit zu weiteren, aber steilwandigen Thälern ausgehöhlt wurde. So kommt es, dass im Norden die Eruptivmasse des Monzoni durch eine Einsenkung, die von beiden Seiten her nach der Mitte allmälig an Tiefe zunimmt, von den nördlich vorliegenden Kalken getrennt ist; diese selbst aber werden von dem entsendeten Thal durchschnitten.

So bildet das Monzoni-Gebirge mitten in einer Kalkkette einen von Westen nach Osten sich erstreckenden Kamm, der nach Norden steil und schroff abfällt, aber nirgends mit senkrechten Wänden, sondern stets mit kurzen, scharfen Gräten, zwischen denen sich Schluchten mit Steingeröll steil von der Höhe herabziehen. Kaum eine Spur von Vegetation bedeckt auf dieser Seite das den zerstörenden Kräften leicht folgende Gestein. Ueberaus wild und schroff mit zackig zerrissenem Kamm stellt sich die dunkle Wand des Eruptivgesteins dar und es gelingt nur mit Mühe, auf dem scharfkantigen, losen Steingeröll nach einer der tief eingeschnittenen Scharten hinaufzusteigen. Ganz anders der Südabhang. Auch hier ziehen sich mehrere kleine Rücken nach dem Thal San Pelegrin hinab, aber nicht nackt und kahl, sondern mit ertragreichen Wiesen bedeckt. Daher ist das Gestein nicht so der Verwitterung ausgesetzt, die Formen sind sanfter, gerundet und, obgleich so steil, dass eine Besteigung nur mit Anwendung von Steigeisen möglich ist, doch nur an wenigen Stellen felsig. Der Kamm des Gebirges ist ein scharfer Grat mit vielen Erhebungen, unter denen von Ost nach West der Monzoni (8573′, Trinker und Feil), die Riccoletta und der Mal inferno die bedeutendsten sind. Im westlichen Theil gabelt sich der Kamm und nimmt das tiefe Thal Cadin brutt auf, welches sich, wo es die Grenze der Monzongesteine erreicht, nach Süden wendet und als Val Pesmeda den Kalk der Laste di Pesmeda von der Eruptivmasse trennt. Es gräbt sich nach der Wendung unmittelbar unter der Grenze der beiden Gesteine an den Palle rabbiose im Kalk ein und ist weiterhin in den Augitporphyr eingeschnitten, der sich zwischen beide Gebirgsarten einschiebt. Die östliche Grenze am Südabhang ist an der linken Thalwand des kleinen Rivo d'Allochet, welcher von dem Pass Le Selle herabkommt und sich weithin in der Nähe der Contactgrenze hält; die letztere ist hier von besonderem Interesse; auf dem Quarzporphyr des Thalgrundes bauen sich allmälig die gesammten Triasschichten bis zu den höchsten Kalken auf und alle diese Gesteine treten in Contact mit den Monzongesteinen, die Seisser Schichten werden von einem breiten Gang derselben durchsetzt.

Die Gesteine, welche dieses scharf abgegrenzte Gebirge zusammensetzen, habe ich bereits oben erörtert. Es ergab sich, dass *Syenit* den eigentlichen Gebirgsstock bildet und später von *Hypersthenit*-Gängen durchsetzt wurde, dass ferner das letztere Gestein zur Eruption gelangte, als der Syenit noch nicht

erstarrt war, und nichts Anderes ist, als langsam erstarrte Augitporphyr-Masse. Eine Specialuntersuchung macht dieses Resultat sehr wahrscheinlich; denn man findet im Bereich des Syenits nicht einen einzigen Gang von Augitporphyr, ausserhalb desselben aber nicht einen einzigen von Hypersthenit; beide Gesteine aber treten dicht nebeneinander auf. So setzt im Val Pesmeda eine der bedeutendsten Augitporphyr-Massen auf und unmittelbar daneben an den Palle rabbiose und im Toal della Foja sicht man nur noch Hypersthenfels im Syenit.

Die Fundorte der Mineralien des Monzoni theilen sich in zwei Klassen: 1) in solche, deren Mineralien durch Infiltration in Klüften entstanden sind (hieher gehört vorzüglich Allochet), und 2) in solche, deren Mineralien im Contact mit Kalk auftreten. Letztere vertheilen sich naturgemäss am Nord-, West- und Ostrand des Eruptivstocks; allein ihr hauptsächlichster Verbreitungsbezirk ist noch ein anderer sehr eigenthümlicher längs dem Südabhang des Gebirges. Verbindet man nämlich die Palle rabbiose mit Allochet oder, was gleichbedeutend ist, Moëna mit der Focchiada-Alp, so bezeichnet die Linie längs dem Südabhang des Monzoni eine Stufe, welche etwas weniger steil ist, als der übrige Theil des Abhanges, aber nur an den kleinen Rücken ausgebildet ist, die zwischen den einzelnen Tobeln (Toals) nach der Tiefe ziehen. Diese Stufe ist durch Auflagerungen von körnigem Kalk charakterisirt, welche den kleinne Rücken aufgesetzt sind. Sie sind die Ueberreste einer grösseren gehobenen Masse. Einst muss dieselbe sehr bedeutend gewesen sein; denn östlich und westlich ist ein hohes Kalkgebirge, dessen Schichten nur gering gegen die Contactflächen ansteigen. Die Eruption scheint daher eine plötzliche und heftige gewesen zu sein und es muss nothwendig die zwischen Ziegelau und Monte Rocca fehlende Kalkmasse damals mit gehoben worden sein. Dies ist um so sicherer anzunehmen, als die Schichten, welche im Norden des Thales San Pelegrin anstehen, früher bis an den südlichen Porphyrzug herangereicht und den Raum des jetzigen Thales erfüllt haben müssen. Die ungeheure Zerstörung, welche in Folge der bedeutenden Zertrümmerung der Schichten später eintreten musste, veranlasste die Hinwegführung grosser Gesteinsmassen, so dass das Syenitmassiv des Monzoni fast allseitig entblösst wurde. Von den beträchtlichen Kalkmassen, welche in dem Gebirgszug fehlen, sind nur unbedeutende Reste auf dem Monzoni zurückgeblieben. Einer derselben krönt nach Trinker die Spitze des Monzoni, ein fernerer ausgedehnter Zug ist der eben am Südabhang beschriebene. Ausserdem aber sind noch manche Stellen am Abhang hinauf durch Kalkreste ausgezeichnet; auch am Nordabhang fehlen sie nicht ganz; grosse Kalkblöcke mit Vesuvian-Krystallen fallen dort von einem unersteiglichen Vorsprung herab. An noch andern Stellen endlich sind nur noch Spuren der früheren Kalkbedeckung in dem Vorkommen der für diesen charakteristischen Contactmineralien vorhanden; aber auch dann wird man selten vergeblich nach körnigem Kalk suchen, der in kleineren zusammenhängenden Partien dem Gestein beigesellt ist.

Alle diese sporadischen Stellen sind die Fundorte der Contactmineralien des Monzoni und ihre Ergiebigkeit hängt wesentlich von dem Aufschluss ab, den die Rasendecke gewährt.

Auch unter den Contactmineralien und ihren Fundorten sind wiederum zwei Abtheilungen zu unterscheiden. Da nämlich Syenit und Hypersthenfels beiderseits grosskörnig ausgebildet sind, so müssen auch beide sehr dünnflüssig gewesen und langsam erstarrt sein, mithin auch beide im Contact mit dem Kalk mächtige Veränderungen hervorgebracht und erfahren haben; man könnte daher von vorn herein verschiedene Contactmineralien des Syenits und des Hypersthenits voraussetzen. Dies findet sich in der That in hohem Grade bestätigt. Die Mineralführung der verschiedenen Fundstellen ist eine durchaus verschiedene und überall lässt sich der Unterschied der beiden Eruptivgesteine leicht als das Bedingende nachweisen.

Granat, Vesuvian, Gehlenit bezeichnen den Contact von Syenit und Kalk, verschiedene Varietäten

von Augit, Magnesiaglimmer, Brandisit, Pleonast den Contact von Hypersthenit und Kalk. Zu den Contactstellen der ersteren Art gehört vor Allem Alle Selle am Nordabhang des Monzoni, die tiefstgelegene Fundstelle im Toal della Foja, ferner Canzacoli bei Predazzo, der Fundort des *Gymnits* bei Mezzavalle und andere. Zu denen der letzteren Art gehören die Palle rabbiose, der obere Theil des Toal della Foja, des Toal de Rizzoni, Toal de Mazzon u. s. w. — Im Toal della Foja im südwestlichen Theil des Monzongebirges kommen beide Reihen von Contactproducten in unmittelbare Berührung und an einer Stelle des Grates gegen das Val Pesmeda findet man *Fassait* und *Granat* zusammen, aber auch entsprechend als Unterlage *Hypersthenit* und *Syenit* in unmittelbarer Nachbarschaft.

Es ist hier nicht der Ort, auf eine ausführliche Erörterung der Art und Weise einzugehen, wie diese Contactproducte entstanden, ebenso wenig zu einer genaueren mineralogischen Beschreibung der letzteren und des Ganges ihrer Zersetzung. Diese überaus reiche und grosse Aufgabe soll einer besonderen Bearbeitung vorbehalten bleiben. Wir gehen hier nur kurz auf den allgemeinen Gang ein. Zunächst zeigen die Contactmineralien des Monzoni auf das Klarste, dass sie nicht durch Infiltration, sondern nur durch die Wirkung des heissflüssigen Eruptivgesteins entstanden. Dieses schmolz den Kalk und letzterer wurde nun ein Lösungsmittel für die Silicate des Syenits, sie gingen in gelöstem Zustande neue Verbindungen ein, und als dann der Syenit der hohen Erstarrungstemperatur seiner Gemengtheile wegen zuerst erstarrte, bildete er gleichsam die Wand des Gefässes, an welchem die gelösten Silicate sich krystallinisch ausschieden. Die Kalk-Silicate haben im Allgemeinen eine niedrigere Erstarrungstemperatur als die Alkali-Silicate und eine höhere als der kohlensaure Kalk, so dass sie sich aus einer vollkommen flüssigen Mutterlauge an einer schon erstarrten Wand absetzen konnten. Auf diese Vorgänge weist nicht nur das allgemeine gegenseitige Verhalten von körnigem Kalk und Syenit hin, sondern es lässt sich bis in die kleinsten Details verfolgen. In jeder Krystalldruse sind alle Zwischenräume mit Kalkspath ausgefüllt, der als flüssige Masse bereits vor der Krystallbildung vorhanden war, denn die von Kalkspath umhüllten Krystalle sind die frischesten; auch zeichnen sie sich durch ihren ausserordentlichen Flächenreichthum und deren glatte, vollkommene Ausbildung aus, wie dies fast nur bei Krystallen geschieht, die in ein dünnflüssiges oder gasförmiges Medium hineinwachsen. Man vergleiche in dieser Hinsicht nur den Fassait von Monzoni mit dem Augit des Augitporphyrs. Auf dieselben Vorgänge deuten die häufigen Einschlüsse von krystallinischem Kalk in vollkommen unzersetzten Krystallen der Contactmineralien hin. So findet er sich in den Granaten vom Toal della Foja und Canzacoli, ferner im Vesuvian. **Kenngott** erwähnt ihn im Pleonast [1]) des Monzoni. Der eingeschlossene Calcitkern hat keine äussere Flächenbegrenzung, gehört aber Einem Individuum an und nimmt oft die Hälfte des Pleonastkrystalls ein. Solche Einschlüsse kann man wol nur auf dieselbe Weise erklären wie die Einschlüsse von Grundmasse in porphyrisch ausgeschiedenen Krystallen der Eruptivgesteine; es ist eingeschlossene Mutterlauge, welche nach der Erstarrung des Minerals fest wurde.

Ganz analoge Erscheinungen wie diese Contactbildungen des Monzoni scheinen die sogenannten Silicatblöcke des Monte Somma, Kalkblöcke mit eingeschlossenen schön krystallisirten Mineralien. zu bieten. **Roth** sagt darüber [2]): „Die Entstehung eines Theils der Silicatblöcke der Somma durch Zusammenschmelzung feurig-flüssiger Gesteine mit dem Apenninen-Kalk wird um so wahrscheinlicher, als die durch ihren grossen Kalkgehalt ausgezeichneten Silicate in Kalkblöcken vorkommen. Unter den losen Silicatblöcken kann

[1]) Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Bd. 16, S. 179.
[2]) **Roth**, der Vesuv. Berlin 1857. S. XXXVI.

man zwei Reihen unterscheiden: eine, deren Ursprung sich beziehen lässt auf die obige Entstehungsweise, nur dass die umhüllende Kalkschale fehlt, und eine zweite, die sich beziehen lässt auf Trachyte oder Augitophyre, wo die Mineralien grössere Ausdehnung gewannen als gewöhnlich. Zu der auf Trachyt zurückzuführenden Reihe, zu welcher auch die Silicatblöcke der phlegräischen Felder gehören, sind die Blöcke aus glasigem Feldspath, Hornblende, Augit, oft mit Nephelin, Sodalit, Glimmer und Magneteisen zu rechnen, die bisweilen ein granitähnliches Ansehen annehmen, aber nie Quarz enthalten; zu der auf Augitophyr zu beziehenden die aus Olivin, Augit, Glimmer." Aus einem Kalkblock der Somma, der als Schale Augitkrystalle umhüllte, konnte Roth durch Kochen mit salpetersaurem Ammoniak nur 23,2 Procent kohlensauren Kalk und 2,9 Procent kohlensaure Magnesia ausziehen; das Uebrige war unlöslich.

Es findet also auch hier ein Zusammenschmelzen von Kalk mit zwei verschiedenen eruptiven Silicatmassen statt, deren jede sich in ihren Wirkungen verschieden äussert. Während an der Somma diese Entstehungsweise der Mineralien sich unmittelbar beobachten lässt, kann man auf dieselbe am Monzoni nur aus den vorhandenen Thatsachen schliessen. Durch Experimente ist in dieser Richtung noch nichts festgestellt [1], doch haben die Beobachtungen an thätigen Vulcanen einen den Experimenten ganz äquivalenten Werth.

Von den Besonderheiten in der äusseren Ausbildung, welche dieser Bildungsprocess der Mineralien mit sich bringt, zeugt besonders der Augit, der im Contact des Hypersthenits mit dem Kalk vorkommt. Während dieses Mineral im Augitporphyr und dessen Tuffen in Süd-Tyrol nur in zwei auch sonst häufigen Formen auftritt [2], erscheint es am Monzoni in vielfachen Formen, die von jenen beiden weit abweichen und sich selbst wieder auf zwei Gruppen zurückführen lassen, welche man als *Pyrgom* und *Fassait* zu bezeichnen pflegt. Der *Pyrgom* umfasst die in Hohlräumen drusenförmig frei ausgebildeten Krystalle. Diese Hohlräume, in denen auch *Magnesiaglimmer, Labrador* und *Titaneisen* vorkommen, gehören dem *Hypersthenit* selbst an, wo er zwar mit kohlensaurem Kalk imprägnirt ist, aber doch seine Selbstständigkeit noch bewahrt. Der Hauptfundort ist im Toal de Rizzoni. Der *Fassait* tritt stets nur unter den an der Grenze von Hypersthenit im Kalk selbst niedergeschlagenen Krystallen auf, ist immer in dem körnigen Kalk, aber nie in Hohlräumen krystallisirt, und wo das letztere scheinbar der Fall ist, ist der Kalk in Lösung fortgeführt. Meist sieht man dann noch kleine Reste desselben in den Winkeln und die Krystalle sind stark zersetzt. Bei dem *Pyrgom* kann wol nur die chemische Zusammensetzung von Einfluss auf die Form und physikalische Beschaffenheit gewesen sein, bei dem Fassait war ausserdem auch die Natur des Lösungsmittels bestimmend, daher ihre constanten Unterschiede. Der Pyrgom ist von Krystallen aller Bestandtheile des Hypersthenits begleitet, der Fassait hingegen von *Brandisit* und *Pleonast*, mit denen er oft ein dichtes, gleichsam schwammig-krystallinisches Gewebe mit Kalk in den Zwischenräumen bildet. Die Krystallenden ragen frei und vollflächig in jeden Zwischenraum hinein. So verschieden sich die beiden Augitvarietäten nach ihrer äusseren Form, ihrem Vorkommen

---

[1]) Eine von mir im Laboratorium der k. k. geologischen Reichsanstalt in dieser Hinsicht begonnene Versuchsreihe blieb unvollendet. Ich liess einen schmiedeeisernen Cylinder mit $\frac{1}{2}$" dicken Wänden und einer inneren Ausbohrung von $\frac{1}{3}$" Durchmesser und $\frac{3}{4}$" Höhe anfertigen, welcher durch eine etwas konische Schraube dicht verschlossen werden konnte, füllte denselben mit feingeriebenem kohlensauren Kalk und Fassait, setzte das Gefäss der Temperatur eines Sefström'schen Ofens aus und suchte durch langsame Abkühlung Fassait-Krystalle in Marmor zu erhalten. Der kohlensaure Kalk war, wie bei dem Hall'schen Versuch, geschmolzen, aber für die Krystallisation des Silicats war die Abkühlung zu schnell geschehen; es waren hier und da kleine Partien von glasartiger Structur wahrzunehmen. In dem oberen Theil hatte ich einen ganzen Fassait-Krystall in das Kalkpulver gelegt; derselbe war mit dem Kalk verschmolzen und ganz darin aufgelöst.

[2]) v. Richthofen, Bildung und Umbildung u. s. w. S. 329.

und den begleitenden Mineralien verhalten, so verschieden ist der Gang ihrer Zersetzungserscheinungen, die besonders beim Fassait eine Reihe der interessantesten Pseudomorphosen hervorrufen.

Fassen wir alle angeführten Thatsachen zusammen, so erhalten wir am Monzoni vier Gruppen von Mineral-Lagerstätten:

1. Contact von Monzonsyenit und Kalk.

a) Alle Selle (Nordostabhang des Monzoni). Grüner *Granat*, drusenförmig in einem krystallinisch-zelligen Silicatgestein, welches die Grenze von Syenit und Kalk bezeichnet und wesentlich aus Granat- und *Vesuvian*-Substanz zu bestehen scheint. Stets dicht von *Kalkspath* umhüllt. — *Gehlenit* erfüllt den Kalk in weiterem Abstand in einer Unzahl von Krystallen und ist von keinem anderen Mineral begleitet.

In der Nähe tritt auf Klüften des Syenits häufig ein Ueberzug von *Pistacit*, wahrscheinlich als Product späterer Infiltration, auf. Liebener erwähnt noch von Alle Selle *Skapolith*, der auf Syenit ein- und aufgewachsen mit seladongrünen und braunen *Granaten, Quarz, Magneteisen* und *Eisenglimmer* vorkommen soll.

b) Nordgehänge des Monzoni. An mehreren Stellen des Nordabhanges tritt, meist an unzugänglichen Stellen, blauer, körniger Kalk mit ölgrünem *Vesuvian* auf, welcher theils krystallinisch-zellige, mit dem Kalk innig durchwachsene Massen bildet, theils in Krystallen in letzteren hineinragt. Die meisten Fundstellen sind unzugänglich; die reichste ist unmittelbar über der Alphütte im Val di Monzoni und gibt sich durch zahlreiche Bruchstücke am Abhang zu erkennen. — Analoge Vorkommnisse sind auch am Südabhang auf den Abhängen Sulle Palle.

c) Toal della Foja (Südwestabhang). Die Fundorte auf dem westlichen Wall dieses Tobels, der ihn vom Pesmeda-Thal scheidet, sind interessant durch das Nebeneinandervorkommen der Contactmineralien beider Eruptivgesteine; neben *Granat* und *Vesuvian* finden sich *Pleonast, Fassait, Brandisit;* Syenit und Hypersthenit sind beide in der Nähe anstehend zu beobachten.

d) Palle rabbiose. Hier findet das nämliche Verhalten statt, doch hat *Hypersthenit* bei weitem das Uebergewicht.

Ausserdem finden sich Contactproducte zwischen Monzonsyenit und Kalk:

e) Bei Mezzavalle zwischen Predazzo und Moëna: *Gymnit.*

f) Canzacoli bei Predazzo: *Vesuvian, Granat, Gehlenit, Brucit* (s. „Canzacoli").

g) Monte Margola bei Predazzo: *Vesuvian, Brucit.*

2. Contact von Monzon-Hypersthenit und Kalk. A. Drusenräume im Hypersthenit.

a) Toal de Rizzoni (mittlerer Theil, Südabhang des Monzoni): *Pyrgom (Malakolith),* zum Theil traversellitähnlich in faserige Hornblende verwandelt; einaxiger *Glimmer* in grossen Tafeln, *Labrador* in zollgrossen Krystallen, *Titaneisen, Sphen,* alle frei in Drusenräumen eines mit Kalk imprägnirten Hypersthenits.

b) Allochet (Südostabhang). Es scheint hieher der von Liebener bei Allochet angeführte zweite, tiefere Fundort zu gehören, wo in Drusen des frischen und sehr harten Gebirgsgesteins *Malakolith,* mit *Mussit* verwachsen, neben *Labrador* und *Sphen* vorkommen soll.

3. Contact von Monzon-Hypersthenit und Kalk. B. Ausserhalb der Grenze des Hypersthenits im Kalk eingewachsen.

a) Palle rabbiose (s. 1, d). *Fassait, Brandisit* und *Pleonast* bilden ein ungemein zähes und festes, mit Kalkspath durchwachsenes Gestein, in dessen Zellen die einzelnen Mineralien mit ihren Krystallenden hineinragen. Der Fassait findet sich hier in überaus schönen und grossen Krystallen, von

denen alle durch Auflösung des kohlensauren Kalks freigelegten in Pseudomorphosen verwandelt sind.

b) Alpe Pesmeda. Liebener erwähnt von hier *Serpentin-* und *Speckstein*-Pseudomorphosen, wie sie dieser Gruppe von Lagerstätten eigenthümlich sind, ausserdem *Fassait.*

c) Toal della Foja. Ausser dem unter 1, c genannten Fundort ist ein zweiter höher oben in der Nordostecke des Tobels, wo dasselbe innige *Fassait-Pleonast-Brandisit*-Gemenge auftritt wie an den Palle rabbiose. Zwischen beiden Fundorten steht ein Felsen mit grossen zersetzten *Pleonast*-Krystallen an.

d) Toal de Rizzoni. Hier findet sich hoch über dem unter 2, a angeführten Fundort das unter dem Namen *„Batrachit"* bekannte Kalk-Magnesia-Silicat, stets reich an *Pleonast*-Krystallen und verwachsen mit körnigem Kalk.

4. Infiltrations-Mineralien.

a) Allochet. Am Südostabhang des Monzoni, in dem Thal Allochet, kommen unweit der Grenze mit den Sedimentgesteinen Kluftausfüllungen im Syenit vor, welche als Infiltrationsproducte betrachtet werden müssen. Die Wände sind mit *Quarz* überzogen und dasselbe Mineral verbindet in weitläufig stehenden, langen und dünnen Krystallen beide Wände mit einander. Dazwischen sind andere Mineralien aufgewachsen, insbesondere *Epidot.* Alle Gesteine der Umgebung sind stark zersetzt und es lässt sich schwer entscheiden, ob die plattenförmig verwachsenen Granat-Krystalle, sowie die sonst noch damit vorkommenden Mineralien auf dieselbe Weise entstanden sind.

b) Alle Selle: *Pistacit;* s. 1, a.

c) Nordabhang des Monzoni, angeblich über der Sennhütte: *Chabasit* auf Klüften des Hypersthenits.

d) *Laumontit* und *Prehnit* blieben mir unbekannt.

Um alle am Monzoni überhaupt vorkommenden Mineralien genetisch und nach den Lagerstätten zu ordnen, wären nun noch die zahlreichen *Pseudomorphosen* unterzubringen, welche im Gebiet des Hypersthenits sämmtlich auf die Vermehrung der kieselsauren Magnesia gerichtet sind, bis diese als *Speckstein* allein den Raum der Krystalle erfüllt. *Fassait, Pleonast, Brandisit* sind besonders dieser Umwandlung unterworfen.

7. Umgebung von Predazzo, Moëna und Cavalese.

Betrachtet man die Umgebung von Predazzo, Moëna und Cavalese in ihrem allgemeinsten geognostischen Bau, wie er sich auf der Karte darstellt, so könnte man geneigt sein, sie für eine mit Sedimenten erfüllte tiefe Bucht des Triasmeeres im Augitporphyr-Gebirge zu halten. Allein wenn man den Bau der weiteren Umgebungen berücksichtigt, so scheint es, dass sie in ihren Schichtgebirgen nur desshalb so isolirt ist, weil letztere in einigen benachbarten Theilen durch spätere Zerstörung entfernt wurden. Um ein übersichtliches Bild der in ihrem inneren Bau sehr manchfaltigen Gegend zu gewinnen, abstrahiren wir in allgemeinen Zügen ihre Geschichte, ehe wir auf die Einzelbeschreibung der geognostischen Verhältnisse eingehen.

Zu Ende der ersten Periode der Senkung, also in der letzten Zeit der Ablagerung des Mendola-Dolomits, reichte das Triasmeer im Süden bis zu der grossen Insel der Cima d'Asta mit ihrer nördlichen Vorlage, dem Zug der Cima di Lagorei. Das Ufer war also in der Mitte der Nordgehänge des letzteren Gebirgszuges. Von hier an dehnte sich das Meer gegen Norden über das Porphyrplateau und überhaupt über unser ganzes Gebiet aus. Nur zwei Inseln ragten daraus hervor: der Zangenberg mit dem Schwarz-

horn und der Monte Bocche, welche zusammen einen dem Ufer parallelen Zug bildeten. In diesem ganzen Meer lagerte sich ohne irgend eine Störung die ältere Trias bis hinauf zum Mendola-Dolomit gleichmässig ab und es blieb nichts unbedeckt, als jene beiden Inseln und das südliche Festland der Cima d'Asta-Insel. Da geschah die oft erwähnte allgemeine plötzliche Hebung und Dislocation, welche die Perioden der älteren und der jüngeren Trias trennte. Das Meer zog sich in die früher beschriebenen Grenzen zurück und griff nur noch in den Eruptionskessel des oberen Fassa-Thals ein. Mit dem gesammten Porphyrplateau wurde die Umgebung von Predazzo, Moëna und Cavalese Festland mit einer fortlaufenden Bedeckung von Mendola-Dolomit. Dieses Gestein musste nun, wie früher das Meer, im Süden bis an den Lagorei-Zug reichen und von den Porphyr-Inseln des Zangenberges und des Monte Bocche überragt werden. Allein es bildete nicht mehr eine ebene Fläche, wie vorher der Meeresboden, sondern, wie wir vielfach zu beweisen Gelegenheit haben werden, war es durch heftige Dislocationen zerrissen und vielgestaltig. Dass dieser Zustand während der gesammten Tuffperiode fortdauerte, wird durch den gänzlichen Mangel an Niederschlägen aus dieser Zeit erwiesen. Dann folgte die zweite langsame Senkung, welche allmälig das ganze Gebiet wieder unter das Meer brachte und den Aufbau der Korallenriffe des Schlern-Dolomits veranlasste. Von Raibler Schichten ist keine Spur vorhanden; zur Zeit ihrer Bildung scheint die Gegend wieder Festland gewesen zu sein und dann blieb sie es immer. Hätten keine weiteren Factoren bei der Oberflächengestaltung des Landes gewirkt, so müsste unsere Gegend als ein Gebirge von älterer Trias erscheinen, welches der unregelmässig gestalteten Oberfläche des Porphyrs aufgesetzt und in seinem Bau selbst vielfach gestört wäre. Nur hier und da würden darüber Hochgipfel von Schlern-Dolomit hinausragen. Allein seit jener Zeit haben die Gewässer die ältere Trias, wie auf dem Porphyrplateau, so auch hier, überall wo ihr eine schützende Decke fehlte, ganz oder theilweis hinweggeführt; daher die scheinbar buchtförmige Isolirung der Sedimente.

Ausserdem fanden überaus zahlreiche, massenhafte und in ihrem Gestein sehr wechselnde Ausbrüche von Eruptivgesteinen statt, und zwar während und nach der Tuffperiode. Nirgends ist eine Spur von untermeerischen Ausbrüchen; daher können sie theils in der Festlandperiode, theils nach gänzlicher Beendigung der Wasserbedeckung entstanden sein, theils auch in Form von Gängen während der Meeresbedeckung die schon gebildeten Schichten durchsetzt haben. Dies ist ganz analog den Verhältnissen in allen anderen Theilen des südöstlichen Tyrols; denn die Periode der Bildung des Schlern-Dolomits war im Allgemeinen eine Periode der Ruhe nach einer Periode der intensivsten vulcanischen Thätigkeit und nachher treten allenthalben noch viele und mächtige Gangmassen auf. Die Hauptöffnung der Ausflusskanäle der Eruptivmassen war bei Predazzo. Hier strömten die verschiedensten chemischen Gemenge aus und erstarrten zu ebenso verschiedenen Gesteinen. Untersucht man die Gestaltung der Umgebung, so erhält man auch hier einen grossen kraterartigen Trichter; wir nennen ihn den Eruptionskessel von Predazzo im Gegensatz zu dem von Fassa. Die kesselartige Gestalt gibt sich leicht durch den Umstand zu erkennen, dass in der Mitte, bei Predazzo, wo die Thäler zusammenströmen, kein Quarzporphyr ansteht, dagegen in allen Theilen rings herum, von wo die Thäler herabkommen. Der Quarzporphyr ist aber, wie wir gesehen haben, das Grundgestein der ganzen Gegend. Die Einsenkung trifft mitten in den Zug vom Schwarzhorn über den Zangenberg nach dem Monte Bocche und ist in ihrem Betrage um so höher anzuschlagen, als in diesen Zug die bedeutendsten Erhebungen des Porphyrs fallen. Zwei derselben begrenzen den Kessel nach West und Ost. Der Nordrand ist durch den Porphyraufbruch von Moëna angezeigt, einer Schwelle oder dammförmigen Auftreibung des Porphyrs, welche die beiden Eruptionskessel trennt und durch das dachförmige Abfallen der älteren Trias nach Norden und Süden angedeutet ist. Am Südrand endlich vereinigt sich der Zug der Cima di Lagorei mit dem des Zangen-

berges. Der mittlere Durchmesser des Kessels beträgt $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meilen, für die Schätzung seiner Tiefe ist gar kein Massstab geboten, da nur der Rand ringsum und die höheren Theile der inneren Ausfüllung aufgeschlossen sind.

Die Zeit, in welcher der Eruptionskessel von Predazzo entstanden ist, fällt genau mit der mächtigen Revolution zusammen, welche die Perioden der älteren und jüngeren Trias schied und in unserem ganzen Gebiet die Zeichen ihrer Heftigkeit hinterlassen hat. Dass er nicht vor der Ablagerung der älteren Trias entstanden ist, beweist der Gebirgsbau. So lagert der Grödner Sandstein bei Moëna in 3800 Fuss Höhe auf dem Porphyr und steigt mit geneigten Schichten 5800 Fuss hoch am Caressa-Pass an. Am Lusia-Berg im Osten und am Golfrion-Berg im Westen dürfte er kaum in weniger als 6000 Fuss Höhe dem Porphyr aufliegen und unterhalb Predazzo erreicht er gegen die Mitte des Kessels hin, bereits in weniger als 3500 Fuss, seine obere Grenze. Da aber die Schichten des Sandsteins sehr gleichmässig und in gleicher Mächtigkeit abgelagert sind, so können diese bedeutenden Unterschiede im Niveau nur durch eine spätere Katastrophe herbeigeführt sein. Am steilsten scheinen die Abfälle nach dem Innern von Westen her zu sein, da die Campiler Schichten am Sattel-Jöchl sich über 7250 Fuss erheben und bei Predazzo bereits unter der Thalsohle von 3500 Fuss bleiben.

Wenn daher auch die Zeit der Entstehung der beiden Eruptionskessel von Predazzo und Fassa wahrscheinlich gleichzeitig war, so entfaltete sich doch die eruptive Thätigkeit in beiden in der möglichst verschiedensten Weise. Im Fassa fanden wir durchaus untermeerische Ausbrüche und in Folge dessen mächtige Tuffablagerungen, welche den ganzen Kessel erfüllten. Die Eruptivmassen blieben von Anfang bis Ende beinahe ganz gleich und die Hauptthätigkeit erreichte vor Ablagerung des Schlern-Dolomits ihr Ende. Bei Predazzo ist keine Spur von untermeerischen Ausbrüchen und Tuffablagerungen; die Eruptivmassen wechseln in ihrem Charakter mit jedem Ausbruch und die Hauptthätigkeit begann, als sie im Fassa ihr Ende erreicht hatte. Es zwingen uns wenigstens alle Verhältnisse, die höchsten Kalke, welche von fast allen Eruptivmassen durchbrochen werden, als dem Niveau des Schlern-Dolomits entsprechend zu betrachten. Wir kommen daher wiederholt darauf zurück, das obere Fassa als den Centralheerd, den Augitporphyr als das leitende Gestein der eigentlich vulcanischen Thätigkeit im südöstlichen Tyrol, alle übrigen Eruptionen in weitem Umkreis aber als secundär und von jenen abhängig anzusehen. So verhält es sich auch mit dem Eruptionsgebiet von Predazzo. Umgeschmolzene ältere krystallinische Gesteine kommen hier noch einmal zur Eruption und erstarren in einer von dem Charakter der porphyrischen Gesteine sehr abweichenden, scheinbar abnormen Weise. Eine Masse von kleinen Ergüssen der verschiedenartigsten Gemenge dringen fort und fort in Spalten aufwärts und so bildet sich hier ein eigenthümlich individualisirter Complex von Eruptivmassen, die man in ihrem Verhältniss zum Centralheerd den Lava-Ausbrüchen unserer heutigen Vulcane vergleichen könnte.

Die Einzeluntersuchung der Gegend bestätigt alle diese Schlüsse und wird uns wiederholt auf die angeführten Ansichten zurückführen. Wir versetzen uns sogleich in das Centrum des Kessels und betrachten dann die Randgegenden, um uns darüber hinweg den letzten Theilen unseres Gebietes zuzuwenden.

Predazzo liegt in einem Centrum von Eruptionen, wie man es sich kaum vollkommener vorstellen kann. Ein mächtiger Stock von *Monzonsyenit*, ähnlich dem des Monzoni selbst, hat hier den tiefliegenden *Quarzporphyr* durchbrochen und sich als eine mächtige Masse in das gesammte auflagernde Triassystem bis aufwärts zum *Schlern-Kalk* hineingedrängt. Mitten durch diesen Syenitstock drang später *Turmalin-Granit* aufwärts, der sich deckenförmig über den vorigen ausbreitete, und abermals aus demselben Centrum brach später *Melaphyr* in einem centralen Gang durch den Turmalin-Granit und in mehreren seit-

lichen Gängen durch beide ältere Eruptivgesteine aufwärts und breitete sich ebenfalls deckenförmig aus. Dann folgten noch viele andere Eruptionen. Mitten in diesem Centrum, in welchem in kurzer Zeit dreimal weit verschiedene Gesteine durch einander aufgestiegen sind, vereinigen sich die beiden Thäler des Avisio und des Travignolo und an der Vereinigungsstelle liegt Predazzo auf weitem Thalboden zwischen steilen Bergen. Spaltenartig sind die beiden Thäler in den dreifachen Eruptivstock eingesenkt und erschliessen gerade an ihrer Vereinigungsstelle den innersten Bau desselben. An allen Thalwänden, besonders an der nordöstlichen, beobachtet man die gegenseitige Durchsetzung der drei Eruptivmassen; an allen Thalwänden auch sieht man sie von unten bis oben übereinander geschichtet und eine grosse Zahl von späteren Gängen aufgeschlossen.

Drei Berge, die durch Avisio und Travignolo getrennten Theile des Einen Eruptivstocks, umragen die kleine Thalebene von Predazzo, nordöstlich der Monte Mulatto, südöstlich der Monte Margola, westlich die Sforzella. Auf den Höhen derselben kommt man bald zu den Grenzen des doppelt dreigetheilten Eruptivstocks gegen den durchbrochenen Kalk. Die tieferen Theile derselben Grenzen erreicht man natürlich auch im Grunde der Thäler an den meist deutlich entblössten Abhängen. Wir beginnen bei dem einfachsten und kleinsten der drei Theile.

Monte Margola. Hoch über dem Thal erreicht südöstlich von Predazzo der Lagorei-Zug eine seiner höchsten Erhebungen in der Cima del Val Maor. Unter dem schwarzen, zackigen Kamm ziehen sich sanftere Gehänge zwischen dem Pozza-Bach und Val Maor-Bach gegen die Vereinigung von Travignolo und Avisio hinab. — Ehe der Abhang diese tiefste Stelle erreicht, verschwindet der Quarzporphyr plötzlich mit einer Einsattelung, es erheben sich über ihm andere Gesteine zu einem sanftgeformten Berg, der in der Ecke über jener Vereinigungsstelle seine bedeutendste Höhe erreicht und nach Norden gegen den Travignolo fast senkrecht, nach Westen gegen die Thalebene des Avisio steil abfällt. Man nennt diesen Berg die Margola. Seine Grundlage besteht aus *Quarzporphyr.* Darüber ist *Grödner Sandstein* gelagert, der aber nur in der Tiefe der Gehänge gegen das Avisio-Thal bleibt und nicht über die Einsattelung hinwegzieht. Darüber lagern *Seisser* und *Campiler Schichten* mit geringem NNW.-Fallen, endlich *Mendola-Dolomit.* Die ersteren lassen sich längs der Grenze gegen den Porphyr in der Einsattelung verfolgen, die Dolomitbank beginnt erst gegen die Höhe des Berges. Ausserdem kommen keine Sedimentärgebilde vor; dagegen ist die kleine Schichtenfolge von fünf verschiedenen Eruptivgesteinen durchbrochen, welche den gegen die beiden Thäler vorspringenden Theil des Berges selbstständig zusammensetzen. Es sind: *Monzonsyenit, Turmalin-Granit, Hypersthenfels* (des Monzoni), Liebenerit führender *Porphyrit* und *Margola-Melaphyr,* ein Mittelgestein zwischen Melaphyr und Augitporphyr.

Das *Syenitgestein* bildet die Hauptmasse. An der Nordseite besteht daraus die ganze Steilwand gegen den Avisio und auch am Westabhang ist es durch den neugebahnten Weg weithin aufgeschlossen. Der petrographische Charakter ist geringen Schwankungen unterworfen. Als das älteste Eruptivgestein musste der Syenit natürlich mit der älteren Trias in Contact kommen und hier ähnliche Umänderungen durch Hitze hervorbringen, wie wir sie von Monzoni beschrieben haben. Die Grenze gegen Grödner Sandstein und Seisser Schichten scheint nicht aufgeschlossen. Die rothen thonigen Campiler Schichten sind in jenes grüne, jaspisartige, harte, unregelmässig zerklüftende Gestein verwandelt, welches wir bereits als ein mehrfach vorkommendes Contactproduct des Syenits erwähnten. Die dolomitischen Mendola-Kalke sind in einen krystallinisch-körnigen Kalk mit kleinen Brucitschüppchen verwandelt, dasselbe Gestein, welches bei Canzacoli vorkommt und von **Petzholdt** den Namen *„Predazzit"* erhielt. Darin finden sich *Vesuviane* in Krystallen und viele andere Silicate, meist nur als Verunreinigung des geschmolzenen Kalkes. Wie bei Canzacoli, so ist auch an der Margola der Marmor von Serpentingängen durchzogen.

Alle diese Contactproducte mit Gesteinen der älteren Trias finden sich am Westabhang; der Marmor, auf den man früher Steinbruchsarbeit getrieben hat, ist in grossen Blöcken am Abhang zerstreut. Der neugebahnte Weg, welcher an dieser Seite den Berg hinanführt, macht die Verhältnisse der Beobachtung leicht zugänglich. Er hat auch die oben erwähnten zwei Gänge von *Hypersthenfels* aufgeschlossen, welche die Analogie der Margola mit dem Monzoni vollständig machen. Contactproducte des letzteren Gesteins mit Kalk sind aber nicht vorhanden. Der *Turmalin-Granit* von Predazzo tritt an der Margola nur an dem dem Dorf zugewendeten Vorsprung des Berges in der Nähe einer kleinen Kapelle am Travignolo auf. Es ist dies ein kleiner, durch die Aufspaltung der Thäler mit zur Margola gekommener Theil des Ausflusskanals, durch welchen das granitartige Gestein herausgeströmt ist, um sich oben deckenförmig auszubreiten. Von dieser Ausbreitung ist an der Margola keine Spur; sie tritt nur gegen Nord und Nordost auf. Während der Turmalin-Granit als eine grosse einheitliche Masse durch eine mächtige Gangspalte aufgestiegen ist und ausserdem nicht mehr vorkommt, zeichnet sich der *Feldspathporphyr*, wie überall, so auch an der Margola durch sein auf kleine, schmale Gänge beschränktes Auftreten aus. An der Nordwand der Margola, welche überhaupt durch die gegenseitige Durchsetzung der Eruptivgesteine ein hohes Interesse hat, sieht man diese kleinen Gänge in grosser Zahl vom Thalgrund bis zur Höhe der Wand mit gleichbleibender Mächtigkeit von ½ bis 4 Fuss den Syenit durchsetzen. Der Travignolo tritt an diese Wand oft so nahe heran, dass er kaum einen Raum für den unvollkommensten Steig lässt, doch lohnt sich dieser Weg sehr reich. Beinahe am östlichen Ende des Abhanges, wo sich die Margola gegen das Val Maor senkt, übersetzt die durch **Marzschini, Buch** und **Humboldt** zuerst bekannt gewordene und seitdem wiederholt erwähnte Boscampo-Brücke den Travignolo. Es führt darüber der Weg nach den Alpen des Val Maor und von diesen weiter zwei Saumwege am Canzenagol und Val-Maor-Spitz vorüber nach Caoria am Fuss der Cima d'Asta. In der Gegend dieser Brücke mehrt sich die Zahl der Gänge in erstaunlicher Weise. Ihren Ruf als ein wichtiger geologischer Punkt verdankt aber die Boscampo-Brücke weniger diesem Feldspathporphyr als den zahlreichen Gängen von schwarzem Porphyr, welche hier auftreten. Zwar werden wir in der Umgegend noch viele Stellen kennen lernen, wo derartige Gänge in noch grösserer Zahl und in erhöhter Manchfaltigkeit auftreten; hier aber wurden sie zum ersten Mal beobachtet. Das Gestein, welches diese Gänge erfüllt, ist das früher erwähnte *Mittelgestein zwischen Melaphyr und Augitporphyr*. Es hat sich auf der Höhe des Berges deckenförmig ausgebreitet. Die Kanäle, durch welche es emporgestiegen ist, sind sehr zahlreich; der grösste und mächtigste derselben ist an der Grenze des Syenits gegen die Sedimentärgesteine der älteren Trias. Man kann seine Fortsetzung in die oben deckenförmig lagernde Masse deutlich beobachten. An der Grenze mit den Sedimentgesteinen hat diese Gangmasse ein mächtiges Reibungsconglomerat gebildet, welches unweit der Brücke in stark verwittertem Zustand ansteht. Ausser diesem Hauptgang treten zahlreiche kleinere Gänge auf, welche nur den Syenit durchsetzen oder auch nur in ihn eindringen und sich durch ihre schwarze Farbe scharf zeichnen. Ihr Gestein ist leichter verwitterbar als das kieselsäurereiche des Syenits. Die Gänge sind daher zum Theil als kleine Scharten in der steilen Wand ausgewittert, und indem ihnen das angrenzende Gestein nach und nach folgt, bilden sie den Grund aller Wasserrisse, welche in der Wand niedersetzen.

Das Altersverhältniss der Eruptivgesteine an der Margola lässt sich leicht festsetzen. Das älteste war der Syenit. Nach unserer Theorie über die Entstehung des Hypersthenfelses folgte demselben bald dieser letztere. Dann kam die Reihe an den Turmalin-Granit; denn an anderen Orten wird er von den weniger basischen schwarzen Porphyren durchsetzt. Es folgte das Mittelgestein zwischen Melaphyr und Augitporphyr und endlich der Liebenerit führende Feldspathporphyr; man sieht an mehreren Stellen in

der Nähe der Boscampo-Brücke den ersteren von letzterem deutlich durchsetzt, so dass über dieses Altersverhältniss kein Zweifel herrschen kann.

Monte Mulatto — Viesena. Der Gebirgsbau der kleinen Margola wiederholt sich in grösserem Massstab aller einzelnen Verhältnisse und mit ungleich mehr Manchfaltigkeit am Monte Mulatto und dem damit verbundenen Viesena. Die an jenem kleinen Berge so nahe zusammenhängenden Theile der Sedimentgebilde und des durchsetzenden, in seinem Bau selbst wieder complicirten Eruptivstocks sind hier, nordöstlich von Predazzo, in zwei grosse Gebirgsmassen getrennt. Die allgemeine Grundlage bildet, wie an der Margola, ein mächtiges Gebirge von *Quarzporphyr,* von dessen höchster Erhebung, dem Monte Bocche, das Gehänge in der Richtung gegen Predazzo hinabzieht. Aber lange ehe es diesen Ort erreicht, endet es auch hier mit einer Einsattelung, welche sich von einer mittleren Wasserscheide nach zwei Seiten hinabzieht. An ihr beginnen dem Quarzporphyr aufgelagerte Sedimente, und zwar *untere* und *obere Trias.* Sie senken sich nach dem Innern des Eruptionskessels gegen Predazzo und sind plötzlich abgeschnitten durch die mächtigen Massen der verschiedensten *Eruptivgebilde,* welche an der Einsattelung zwischen Viesena und Mulatto beginnen, den letzteren Berg allein zusammensetzen und an beiden Abhängen nach dem Travignolo und Avisio anhalten, um jenseits nach der Margola und den Abhängen des Latemar- und Weisshorn-Gebirges fortzusetzen. Quarzporphyr, Sedimentärgebilde, Eruptivmassen der jüngeren Trias — oder Monte Bocche, Monte Viesena, Monte Mulatto sind daher die drei Theile des zunächst zu betrachtenden Gebietes. Das Quarzporphyr-Gebirge des Monte Bocche bis hinab nach Bellamonte werden wir später im Zusammenhang mit dem Lagorei-Gebirge erörtern. Hier genügt die Thatsache, dass der Quarzporphyr sich unter die Sedimente senkt und die allgemeine und ursprüngliche Grundlage für alle Gesteine von Predazzo ist. Der Betrachtung des Viesena schicken wir die des näher an Predazzo liegenden Mulatto voraus.

Der Monte Mulatto (Gran Mulatto oder Mull Grande) erhebt sich mit steilen, bewaldeten Wänden aus den beiden Thälern des Travignolo und des Avisio zu einem von Südwest nach Nordost gerichteten Rücken, welcher mit drei Gipfeln gekrönt ist, unter denen der nordöstliche die bedeutendste Höhe erreicht. Der Rücken selbst und der oberste Theil seines südöstlichen Abfalls sind mit Alpen bedeckt, während nach Nordwest das Gebirge mit beinahe senkrechten Wänden auf die tieferen, bewaldeten Gehänge abstürzt. Verfolgt man die Hauptrichtung der Schneide über den höchsten Gipfel hinaus weiter nach Nordost, so gelangt man zu einer Einsattelung, über welche ein Weg von Bellamonte nach Moëna führt; dann steigt die Schneide wieder an, nimmt mehr und mehr den Charakter eines schroffen und wilden Grates an und geht endlich in das Viesena-Gebirge über; sie lässt sich über dieses hinweg nach dem Lusia-Berg verfolgen. In ihrem ganzen Verlauf bildet die Höhenlinie das vortrefflichste Profil des Gebirgsbaues, und wenn man dazu die beiden Abhänge gegen die tiefen Thäler in Betracht zieht, welche das Innerste desselben erschliessen, so ist es leicht, vollkommene Klarheit zu erlangen.

Der Stock des *Monzonsyenits,* wie an der Margola das älteste Eruptivgebilde, wird von den jüngeren Gesteinen in solcher Mächtigkeit bedeckt, dass er nur an den tieferen Theilen der Gehänge gegen den Travignolo und Avisio zu Tage kommt. Der ihm folgende *Turmalin-Granit* verhält sich ebenso, da er sich nur über den mittleren Theil jenes älteren Eruptivstocks ausbreitet. Er tritt daher an denselben Gehängen auf, aber näher gegen Predazzo. Der *Melaphyr* bildet den Kamm des Gebirges und den obersten Theil der Wände und ist tiefer hinab nur in kleinen Gängen entblösst, welche die beiden genannten Gesteine durchsetzen. So weit ist der Gebirgsbau dem der Margola analog; allein es tritt hier ein neues Gestein im *Uralitporphyr* auf, welches sich gleich dem Melaphyr, aber, wie es scheint, vor der Eruption desselben, über Syenit und Granit ausbreitete, aber auf den nordöstlichen Theil beschränkt ist.

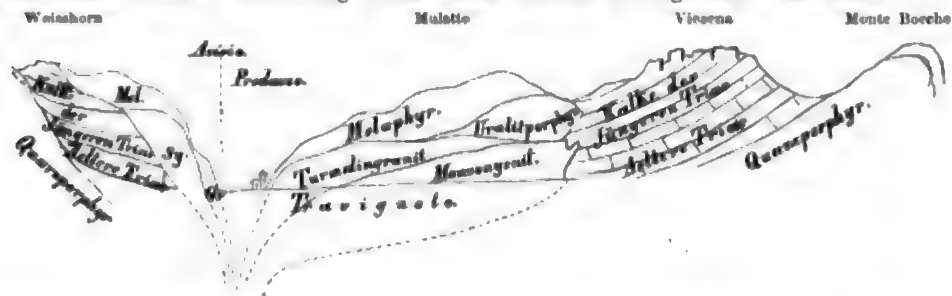
In dieser Form bilden die vier Gesteine den Hauptcomplex des Eruptivstocks des Mulatto. Dann folgen die jüngeren Gänge von *Feldspathporphyr* und *Syenitporphyr*, welche alles Frühere durchsetzen, aber an Masse untergeordnet sind. Der Bau der einzelnen Thalwände ergibt sich aus diesem Gesammtverhalten in klarer Weise.

Vorsprung des Mulatto gegen Predazzo. Bleiben wir zunächst in unmittelbarer Nähe von Predazzo, an dem vorspringenden Winkel zwischen den beiden Thälern, so ziehen sich die Geröllanhäufungen des Thalbodens in flachen Hügeln nach den Abhängen hin, welche sich steil und bewaldet erheben. Wir befinden uns hier, wie bereits mehrfach angedeutet wurde, in dem Eruptionscentrum, aus dem die verschiedenen Massen durcheinander ausströmten. Der *Syenit* ist hier nicht sichtbar; seine zerspaltenen Theile wurden entweder zu weit auseinander getrieben oder blieben in diesem Centrum in zu grosser Tiefe; nach allen Seiten kommt er erst in einiger Entfernung zu Tage. Das Hauptgestein der tieferen Gehänge ist daher hier der *Turmalin-Granit,* und zwar grösstentheils grobkörnige Abänderungen desselben, der mineralischen Zusammensetzung nach aber die quarzreichsten Stufen. Bereits im petrographischen Theil suchte ich hervorzuheben, dass der Monzonsyenit und der Turmalin-Granit von Predazzo nicht auf zwei bedeutende Eruptionen beschränkt sind, sondern in einer längeren Periode eine Reihe von Ausbrüchen geschah, in denen das Material stufenweise vom geringsten zum höchsten Kieselsäuregehalt fortschritt. Es findet kein petrographischer Uebergang zwischen beiden Gesteinen statt, wie zuweilen behauptet wurde, sondern eine Reihe von Stufen, in denen allerdings ein chronologischer und geognostischer Uebergang vermittelt wird. Dem entsprechend ist der Granit um das Eruptionscentrum von Predazzo der quarzreichste. So steht er am Abhang des Mulatto an und man kann ihn bis in ziemliche Höhe verfolgen. Allein bereits in der Tiefe beginnt im Granit ein System schwarzer Gänge, deren Material durch seine äusserst feinkörnige, fast dichte Structur auf eine vollendete Erstarrung des Nebengesteins zur Zeit seiner Eruption hinweist. Einer dieser Gänge ist sehr mächtig und erweist sich als der Haupt-Ausflusskanal. Die Natur des Gesteins, welche der Feinkörnigkeit wegen in den kleinen Gängen unbestimmbar ist, tritt hier gegen die Mitte des Ganges schon klarer hervor. Aber seine vollendete Ausbildung erreicht das Gestein erst in einiger Höhe an dem südwestlichsten und niedersten Gipfel des Berges, wo seine Ausbreitung über den Turmalin-Granit und seine Ausbildung unter vollständig ungestörten Erstarrungsverhältnissen beginnt. Es erweist sich hier als die schon beschriebene typische Abänderung von *Melaphyr,* welche Klipstein *Mulattophyr* nannte, ein überaus schönes, charakteristisches Gestein von schwarzer Farbe, mit zahlreichen Oligoklaszwillingen, welche auf dem Querbruch ihre flachscheibenförmige Gestalt erkennen lassen. Durch eingesprengte Augitkrystalle und seinen bedeutenden Gehalt an Titaneisen erweist sich der Mulattophyr als ein Uebergangsglied gegen den Augitporphyr. Man erreicht dieses Gestein, wenn man von Predazzo am Gehänge aufwärts steigt, bei einer kleinen Mulde, welche in den Rücken eingesenkt und nach Südwesten offen ist; sie trägt die letzten bewohnten Häuser und liegt unmittelbar an dem Fuss jenes kleinen schwarzen Kopfes, welcher aus dem prachtvollen Mulattophyr besteht. Geht man auf dem Rücken nach Nordost fort, so hält dieses Gestein lange Zeit an; es ist mit Wiesen bedeckt und nur selten hat man Gelegenheit, es zu beobachten. Aus den flachwelligen Wiesenflächen erhebt sich zuweilen eine kleine Felsmauer. Schlägt man sie an, so findet man statt des Mulattophyrs ein Orthoklasgestein von fleischrother Farbe, einen echten *Porphyrit.* Diese kleinen Mauern sind die Ausgehenden von Gängen, welche sich nirgends ausbreiten, sondern eine durchaus untergeordnete Rolle spielen. Das schwarze Gestein verschwindet auf der Höhe des Rückens nur desshalb, weil es, wenngleich nicht leicht verwitterbar, doch durch seinen Gehalt an basischen Feldspathen und an Kalk den zersetzenden Gewässern weit weniger Widerstand zu leisten vermag, als das Orthoklas-

gestein. Auch findet man immerhin noch genug Stellen, wo der Mulattophyr die sanften Gehänge unterbricht.

Der ganze obere Theil des Monte Mulatto, wol die Hälfte seiner Masse, besteht aus *schwarzen Porphyren,* welche aber nicht alle dem Mulattophyr gleichen, auch nicht alle Einer Eruption angehören. Sondern, wie der Syenit und Turmalin-Granit mehreren Ausbrüchen angehören und das Material derselben Uebergangsstufen aus dem Typus des einen Gesteins in den des andern zeigt, so auch hier auf der Höhe des Berges bei den basischen Porphyren. Wie der Mulattophyr selbst, so kommen noch andere Zwischengesteine zwischen Melaphyr und Augitporphyr vor und beide treten ausserdem noch typisch auf. Man kann die scharfen Grenzen der einzelnen Abänderungen an den Wasserrissen beobachten, welche südöstlich die Gerölle dem Travignolo zuführen, die Abänderungen selbst aber in den Trümmern, welche am Fuss der Gehänge gegen den Travignolo zerstreut sind.

Südostabhang des Mulatto. Der Rücken des Mulatto und das Travignolo-Thal treffen bei Predazzo unter spitzem Winkel zusammen; ersterer zieht gegen Nordost und nimmt an Höhe zu, das letztere ist nach Ost gerichtet; so entsteht ein Südostabhang, der bei Predazzo klein und niedrig anfängt und immer mehr an Ausdehnung und Höhe zunimmt. Erst rinnen kleine Bäche an ihm herab, sie erweitern sich, je länger der Abhang sich zieht, zu Schluchten, welche Höhenrücken zwischen sich lassen, bis endlich im Rivo di Viesena schon ein entwickeltes Thalsystem, beiderseits von Bergrücken begleitet, an diesem Abhang auftritt. Es schneidet die Eruptivmassen ab, östlich von ihnen besteht das Gebirge zunächst aus Sedimentgebilden. Die drei Haupt-Eruptivmassen, da sie aus Einem Centrum entspringen, sind angeordnet wie die Blüthentheile einer Blume. Jede hat ihre bedeutendste verticale Ausdehnung im Eruptionskanal, biegt sich dann allseitig nach aussen um und die Gestalt des übergeflossenen Theiles hängt von der Menge des Materials, von der Gestalt der Unterlage und einigen anderen Umständen ab. Der oberste Theil dieser Anordnung ist durch das Gehänge des Monte Mulatto aufgeschlossen, der Travignolo ist das Profil eines horizontalen Durchschnittes. Das Verhältniss stellt sich mit seiner idealen Fortsetzung in die Tiefe dadurch in folgender Weise dar:



Geht man daher am unteren Abhang ostwärts, so trifft man nur Granit und Syenit mit einigen der genannten Zwischenstufen und vielfachen Abänderungen im Gefüge des Gesteins. Die Grenzlinie kann man deutlich verfolgen, wie sie schief am Abhang hinaufzieht; besonders von der gegenüberliegenden Margola lässt sich die Anordnung vortrefflich beobachten. Von der Höhe des Mulatto kommen kleine Bäche herab und führen ein reiches Material der dort anstehenden Gebirgsarten mit sich. Unten geht man fort und fort an der syenitischen Wand, die nur durch Gänge von Melaphyr und Porphyrit, im Anfang auch durch solche von Granit, unterbrochen wird. Rechts zweigt sich zuerst der Weg über die Boscampo-Brücke nach dem Val Maor ab, dessen wilder Bach hier in den Travignolo mündet. Unmittelbar hinter der Einmündung folgt jenseits Quarzporphyr, der sich mit langem Gehänge herabzieht und mit einem einzelnen Riegel endet. Zwischen diesem und dem Mulatto-Viesena-Gebirge breitet sich eine kleine sanftere Landschaft aus. Der Travignolo kommt nicht durch diese

herab, sondern durchbricht südlich von dem Riegel eine enge Spalte im Porphyr. Jene flache Thallandschaft führt den Namen „Bellamonte" und ist von zahlreichen Alphütten bedeckt. Kurz ehe man sie erreicht, kommt links der kleine Viesèna-Bach herab. Bis zu ihm reicht das Syenitgehänge des Mulatto.

Wir folgen nun dem Viesena-Bach aufwärts; er erschliesst einen der interessantesten Theile des Gebirgsbaues von Predazzo und sein kurzes Thal ist in hohem Grade einer gründlicheren Erforschung werth, als sie mir möglich war [1]). Der Rivo di Viesena entspringt an dem westlichen Ausläufer des gleichnamigen Berges in einer ungemein starken und frischen Quelle, welche aus dem Kalk als ein Wildbach hervorstürzt. Ein Gebirgskranz zieht sich rings herum. Der Bach stürzt der Tiefe des Kessels zu und durchbricht in einer engen Kluft, die wie ein Festungsthor das Innere des Ringes erschliesst, die südliche Wand. Der oberste Lauf liegt im Kalk; nicht weit über dem engen Thor erreicht der Bach die Grenze der Eruptivgesteine und hält sich von nun an stets innerhalb derselben dicht neben dem Contact mit den Sedimenten. In dem Engpass vereinigen sich alle Elemente des Gebirgsbaues der Gegend zu einem reichen Feld geologischer Forschung. Es treten hier die verschiedensten Eruptivgesteine auf und durchsetzen einander. Andere, welche höher oben an den Seitenbächen des Rivo di Viesena anstehen, liegen in einer reichen Musterkarte von Bruchstücken umher.

Der untere Theil des Viesena-Baches liegt in jüngeren Sedimenten. Steigt man an ihm aufwärts, so tritt allmälig von Westen die Wand des Syenits heran, von Osten die Schichtgebilde des Viesena. Die letzteren bestehen hier aus älterer Trias. Der *Grödner Sandstein* folgt erst weiter östlich, die *Seisser* und *Campiler Schichten*, nachher die *Virgloria-* und *Mendola-Kalke* stehen aber in deutlichen Bänken mit schwacher Neigung im Bache an. Es sind dies also gerade diejenigen Schichten, welche im Contact mit dem Syenit am leichtesten verändert werden, wie wir es an der Margola sahen. Am Viesena-Bach ist die Grenze meist mit Geröllen verdeckt, daher die Contactgebilde wenig zu beobachten sind. Sie liegen zwar zum Theil in Bruchstücken herum, zum Theil stehen sie zur Rechten (beim Aufwärtssteigen) an, aber der Viesena-Bach ist doch für ihre Beobachtung nicht günstig. Bleibt man auf der linken Seite, so treten bald in dem Syenit einzelne Gänge von schwarzen Porphyren auf. In der Enge verdrängen diese Gesteine den Syenit und herrschen von nun an allein. Ehe wir ihnen weiter folgen, haben wir noch jene Gangmassen zu betrachten, welche wir als *Syenitporphyr* bezeichnet haben. Sie setzen in nicht unbedeutender Mächtigkeit durch den Syenit bis in den schwarzen Porphyr, scheinen sich aber in diesem bald auszukeilen. Ist das Gestein schon dadurch merkwürdig, dass es nur an diesem einen beschränkten Ort und auch hier nur in wenigen Gängen auftritt, so gewinnt es noch besonderes Interesse durch seine petrographische Ausbildung. Kein Eruptivgestein Süd-Tyrols, mit Ausnahme einiger Abänderungen des Monzon-Hypersthenfelses, zeigt eine so grosskrystallinische Ausbildung, als dieser späte Eindringling, bei dem man doch nach Allem, was man über die Erstarrungsverhältnisse der Eruptivgesteine weiss, eher das entgegengesetzte Extrem der Structur erwarten sollte. Dazu kommt, dass das Gestein jedes Ganges trotz des im Allgemeinen sehr ausgezeichneten und gleichförmigen Gesteinscharakters seine besonderen Eigenthümlichkeiten in Farbe u. s. w. besitzt. Dass aber das Gestein wirklich so später Entstehung und nicht etwa unmittelbar nach der Eruption des Syenits als ein demselben im Hitzgrad überlegenes Gestein entstanden sei, wird durch die zahlreichen Einschlüsse sowol von Syenit als von

[1]) Ich hatte gerade bei meinen Wanderungen in der Gegend von Predazzo viel von Regen- und Schneewetter zu leiden. Ausserdem machte ein heftiges, schmerzvolles Uebel meine rechte Hand auf mehrere Wochen unbrauchbar. Es bleibt daher ganz besonders in der Gegend von Predazzo und dem Monzoni noch ausserordentlich viel zur Berichtigung und zur weiteren Erforschung.

schwarzem Porphyr in den Gangmassen erwiesen. Es wäre für die Kenntniss der Geschichte von Predazzo von der grössten Wichtigkeit, dieses Eruptivgestein, das der Erklärung so grosse Schwierigkeiten bietet, in seinem geognostischen Verhalten weiter zu verfolgen. Es lässt sich nicht denken, dass ohne das Vorkommen einer grösseren zusammenhängenden Masse in der Nachbarschaft das Gestein so auffallend grosskrystallinisch hätte erstarren können.

Was nun die *schwarzen Porphyre* betrifft, welche mitten in der Enge zur Herrschaft kommen, so bilden sie von dem Eruptionskanal bei Predazzo bis hieher als oberer Theil des Monte Mulatto Eine zusammenhängende Masse, die aber, wie erwähnt, nicht aus einem gleichmässigen Gestein, sondern aus mehreren Abänderungen besteht, von denen jede ihren Verbreitungsbezirk hat. Hier, an der Enge im Rivo di Viesena, erreicht sie ihr östliches Ende. Das Gestein verzweigt sich noch mehrfach in Gängen in die benachbarten Sedimente, aber im Allgemeinen verläuft die Grenze gegen die letzteren ziemlich geradlinig mitten über den Abhang, an dem der Viesena-Bach entspringt, und erreicht den Rücken der Wasserscheide einige hundert Schritt östlich von der Einsattelung, über welche der Jochweg nach Forno führt. Der Kalk, östlich von der Grenze, bildet einen tiefen Kessel mit schroffen Wänden, der schwarze Porphyr steigt mit gleichmässiger, aber bedeutender Steilheit gegen den Pass und den westlich davon gelegenen Gipfel des Monte Mulatto an. Zunächst dem Kalk ist ein Porphyr, welcher zahlreiche Augitkrystalle führt und dem Zwischengestein zwischen Augitporphyr und Melaphyr vom Gipfel der Margola nahe kommt, aber doch schon ganz dem ersteren zugehört. Die Augitkrystalle sind auf den der Luft ausgesetzten Flächen sehr deutlich herausgewittert. Der Kalk ist im Contact mit diesem Gestein körnig, aber nur auf geringe Erstreckung.

Das meiste Interesse unter den schwarzen Porphyren dieses Berges nimmt der *Uralitporphyr* in Anspruch, welcher hier am Abhang des Mulatto gegen den Quellkessel des Viesena-Baches seine charakteristische Entwickelung erreicht. Er zieht sich von hier aus noch weiter am Südabhang des Monte Mulatto hin und bleibt im Allgemeinen zwischen Granit und Melaphyr, aber er führt hier nicht mehr so zahlreiche und grosse Uralitkrystalle. Scharfe Grenzen mit durchsetzten Gesteinen sind nicht wahrzunehmen, da die Vegetation nur stellenweise die Beobachtung gestattet. Allein wenn man nach dem ungefähren Verbreitungsbezirk urtheilt, so hält sich der Uralitporphyr im Niveau unter dem Melaphyr und scheint mithin älter als dieser zu sein.

So löst sich der Südostabhang des Monte Mulatto bis zum Viesena-Bach trotz der Fülle von Gesteinsabänderungen doch einfach in einige übereinander gethürmte, verschiedenen Ausbrüchen angehörige mächtige Massen auf. Der Syenit hat den Weg gebahnt, den Kalk durchbrochen und die Form des Eruptivstockes angegeben. Turmalin-Granit, Augitporphyr (zum Theil in Uralitporphyr verwandelt) und Melaphyr schichten sich darüber, zum grossen Theil demselben Eruptionskanal entquollen. Der Syenitporphyr in der Felsenenge des Viesena-Baches erwies sich als ein spätes, untergeordnetes und örtlich beschränktes Gangsystem. Es bleibt nun blos noch Ein Gestein zu erwähnen, welches, wie an der Margola, alle vorhergehenden in einer grossen Anzahl kleiner Gänge durchsetzt und dadurch mit allen ausser dem Syenitporphyr in sicherer Altersbeziehung steht. Es ist der *Liebenerit* führende *Porphyrit*. Bereits auf dem Kamm des Mulatto begegneten wir einzelnen aus dem Melaphyr aufragenden kleinen Mauern dieses Gesteins, aber ohne Liebenerit. Am Viesena-Bach ist es allenthalben durch dieses Mineral ausgezeichnet, besonders auf der Höhe des Scheiderückens gegen Forno. Die Einsattelung in demselben, durch prachtvolle Vorkommnisse von Uralit und Liebenerit ausgezeichnet, führt uns nach dem jenseitigen Abhang.

Nordwestabhang des Mulatto. Wie der südöstliche, so beginnt auch dieser Abhang bei dem Vorsprung von Predazzo klein und niedrig und wächst mit dem Fortstreichen des Höhenrückens an

verticaler Ausdehnung bedeutend, an Breite nur wenig; dadurch wird er stromaufwärts steiler und steiler. Es hatte sich schon auf dem Rücken des Mulatto gezeigt, dass gegen den Travignolo von der Höhe an sanft geschwungene Einbuchtungen mit steileren Stufen wechseln, während nach Nordwest der Rücken mit einer schroffen Mauer abstürzt. Darunter folgt ein steiles, dann ein flacheres Gehänge und endlich die tiefe und enge Spalte, welche sich der Avisio gegraben hat. Auf der flacheren Terrasse führt ein Weg dem Abhang entlang, von dem aus man am besten den Bau des Gebirges untersuchen kann. Es treten im Wesentlichen dieselben Gesteine auf wie jenseits, aber sie stehen hier in anderem Verband. Auf der Höhe hatte sich nur *Melaphyr* mit *Porphyrit*-Gängen nachweisen lassen, welcher das obere Drittheil des Berges bildet. Der *Syenit* beginnt erst in einiger Entfernung von Predazzo und wird unmittelbar von den schwarzen Porphyren überlagert. Der *Granit* erstreckt sich vom Eruptionscentrum bei Predazzo ziemlich weit thalaufwärts und grenzt in einer vertical am Abhang aufsteigenden Linie an den Syenit, während am Travignolo die Grenzlinie mit geringem Neigungswinkel hinaufzieht. Es ist also am Avisio ein viel schrofferer Durchbruch des Granits durch den Syenit aufgeschlossen als am Travignolo. Geht man in der Tiefe des Thales am linken Ufer des Avisio aufwärts, so hat man bis zur ersten Brücke *Granit*, von da bis gegenüber von Forno *Syenit*, dann beginnt *Mendola-Kalk*, während zugleich von den höheren Theilen des Gebirges der *Melaphyr* herabzieht. Der erste Theil, das Turmalingranit-Gehänge, ist ausgezeichnet durch die früher angeführten zahlreichen Varietäten dieses Gesteins, durch Gänge von schwarzem Porphyr und andere von Quarz mit Turmalin. Dort, wo die verticale Grenzlinie zwischen Granit und Syenit über den Abhang zieht, windet sich zugleich der Weg in zahlreichen Krümmungen nach der Höhe und durchschneidet wiederholt die Contactlinie in trefflichem Aufschluss. Am Contact selbst sieht man beide Gesteine scharf aneinander grenzen, den Granit aber sehr kleinkörnig krystallisirt und dem Syenit etwas röthliche Färbung mittheilend. Er dringt in einzelnen kleinen Gängen und Apophysen in letzteren ein. Von nun an geht man im Syenit fort. In der Höhe ist er selten gut aufgeschlossen, um so besser in der Tiefe. Häufig sieht man schmale Gänge von Turmalin-Granit, Porphyrit, Melaphyr und Augitporphyr darin aufsteigen und er gibt schon dadurch leicht sein Altersverhältniss zu den letzteren Gesteinen zu erkennen. Gegenüber von Mezzavalle, einer kleinen Häusergruppe auf einer Verbreiterung des Alluvialbodens, schliesst der Syenit zwei mächtige Kalkblöcke ein, wahrscheinlich von stark magnesiahaltigem, da ja alle Kalke dieser Gegend zu Dolomitgefüge hinneigen. Sie sind die Fundstätten des Gymnits. Der Kalk ist körnig, predazzitähnlich, der Gymnit ist auf Klüften ausgeschieden. Der Syenit zieht nun noch weiter am Grunde des Thales fort, bald aber tritt nur noch Kalk auf. In ihm kommt der Weg herab, der von Bellamonte über den Gebirgssattel nach Forno führt. Steigt man auf demselben aufwärts, so erreicht man bald die schwarzen Porphyre mit zahlreichen Augitkrystallen, endlich auf der Höhe den *Uralitporphyr*. Hier ist auch der Hauptfundort des *Liebenerits*; er ist in den zahlreichsten und frischesten Krystallen dem Porphyrit eingesprengt.

Viesena. Durch den mehrfach genannten Sattel getrennt erhebt sich nordöstlich von Mulatto der viergrätige Kalkstock des Viesena, ein Sedimentgebirge, welches sich vom Grödner Sandstein an regelmässig auf dem Quarzporphyr des Monte Bocche und des Aufbruches von Moëna aufbaut und schroff gegen den Eruptivstock des Mulatto, der noch weit in die Kalkmasse hineingreift, abgeschnitten ist. Die beste Durchschnittslinie ist die Kammlinie selbst, vom Mulatto über den Viesena nach dem Lusia-Berg. Der *Grödner Sandstein* bildet die sanfte Einsenkung des Lusia-Joches und zieht von hier nach der Alpe Bellamonte hinab, wo er unter den Alluvionen verschwindet. Längs dem ganzen Abhang ist er durch eine flache Einbuchtung bezeichnet, in welcher der Rivo di Vallazza seinen Lauf nimmt. Die *Seisser* und *Campiler Schichten* erwähnten wir am Viesena-Bach, sie bilden rings herum

den steilen, aber noch mit Gras bedeckten Abhang bis unter die schroffe Kalkmauer des Viesena-Berges. Allenthalben, wo sie durch eine kleine Entblössung aufgeschlossen sind, zeigen sie sich reich an Versteinerungen. Auf dem Grat, der sich vom Viesena nach dem Lusia-Pass senkt, ragen aus der sanft geschwungenen Linie einige schroffe Pyramiden auf; es ist gangförmiger *Melaphyr* mit Augitbeimengung. Ob hier Contactproducte vorkommen, vermochte ich wegen tiefer Schneebedeckung nicht zu entscheiden. Dies sind die mächtigsten Gangmassen in der Nähe des Centralgipfels, doch sind rings herum an den Gehängen sehr häufig kleine, schmale Gänge wahrzunehmen, fast ausschliesslich von schwarzen Porphyren. — Endlich erheben sich über den Campiler Schichten die Kalke. Sie beginnen mit den hier sehr typisch ausgebildeten schwarzen, plattigen *Virgloria-Kalken,* über denen dann weisse *dolomitische Kalke,* wechselnd mit Zwischenlagen von reinem *Dolomit,* folgen; sie setzen die ganze Höhe des Gebirges zusammen, und da Alles nach Westen einfällt, so reichen sie nach dieser Richtung tiefer hinab als nach Osten. So kommt es, dass, wenn man von Bellamonte, dem Lusia-Pass oder der Pozza-Alpe (östlich vom Soracrep) gegen den Gipfel des Viesena aufsteigt, man überall erst in grosser Höhe und nach Ueberschreitung der gesammten unteren Trias den Kalk erreicht, während derselbe nach Nordwesten beinahe bis zur Thalsohle des Avisio hinabreicht und man dort erst wieder auf die untere Trias kommt. Welchen Formationsgliedern diese Kalke angehören, liess sich nur ebenso hypothetisch entscheiden wie am Sasso di Loch. Dachstein-Kalk ist jedenfalls nicht dabei, da noch die höchsten Schichten von Eruptivgesteinen in schmalen Gängen durchsetzt werden. Diese Gänge erhalten am Viesena ein ganz besonderes Interesse und scheinen einer genaueren Untersuchung werth zu sein. Die meisten gehören *schwarzen Porphyren* an, und zwar fast nur Mittelgesteinen zwischen Melaphyr und Augitporphyr. Hier finden sich jene eigenthümlichen Zersetzungsproducte von Augitporphyr, welche man als *„krystallisirten Asbest"* bezeichnet hat, ferner grosse Stücke von *Titaneisen* [1]), welches secundäre Gänge in einem schwarzen Porphyr zu bilden scheint, auch *Liebenerit* und andere Mineralien. Vorzüglich die tiefe, steile Schlucht, die sich zwischen dem westlichen und dem nördlichen, nach dem S o r a c r e p gerichteten Grat des Viesena hinabzieht, scheint reich an den verschiedensten Ganggesteinen zu sein.

Wenn man von der Felssperre im Viesena-Bach sich östlich unter den Kalkwänden hält, so kann man die beschriebenen Verhältnisse leicht übersehen; man kommt dann zu den Melaphyr-Pyramiden, welche westlich vom Lusia-Sattel aufsteigen, und gelangt weiterhin nach steilem Abwärtssteigen über vieles Geröll in das Thal der P o z z a - A l p e. Plötzlich sind hier alle Sedimentbildungen abgeschnitten, man befindet sich auf *Augitporphyr,* der seinen petrographischen Verhältnissen nach schon zum Melaphyr hinneigt. In breiten Armen, die sich weiter verzweigen, setzt er in den Kalkabhang des S o r a c r e p hinein. Alles ist mit Bruchstücken des schwarzen Porphyrs bedeckt, welche durch ihre kantige Gestalt und ihre Härte auf den Aussenflächen das Hinneigen des Gesteins zum Melaphyrgemenge andeuten. Die einsamen Hütten der Pozza-Alpe liegen auf diesem Gestein, nahe der Grenze mit den Sedimenten. Bald wird das Hochthal steiler, der Bach wühlt sich ein engeres Bett und auf Terrassen steigt man hinab. Jenseits sieht man den *Quarzporphyr,* der sich bereits durch den Charakter seiner Formen leicht kenntlich macht. Bald erreicht man den grösseren Saumweg, der vom Lusia-Sattel herab über Grödner Sandstein und Quarzporphyr hier auch den Augitporphyr erreicht. So kommt man endlich in die Thalsohle des P e l e g r i n e r T h a l e s, gegenüber der Mündung des P e s m e d a - B a c h e s. Auch jenseits setzt der Augitporphyr weit neben dem Monzonsyenit fort und endlich in den Kalk der L a s t e d i P e s m e d a und des M o n t e R o c c a hinein. Im Pelegriner Thal erreicht der schwarze Porphyr seine bedeutendste

[1]) Siehe „Bildung und Umbildung", S. 325 und 343.

Ausdehnung. Es scheint aber hier, dass er nicht einer einzigen Eruption angehört, da das Gestein hier viel typischer Augitporphyr-Charakter trägt als oben an der Alpe. Der Augitgehalt mehrt sich und die Verwitterungsflächen nehmen bald die Gestalt an, welche jenem Gestein eigenthümlich ist. Geht man weiter abwärts nach Moëna, so gelangt man bald an das Ende der grossen Augitporphyr-Masse und erreicht *Seisser Schichten*, über denen sich links und rechts der Kalk erhebt. Sie sind hier, wie oben erwähnt, in sehr gestörter Lagerung, vielfach gewunden und gekrümmt, hin und wieder von Abzweigungen des Hauptganges durchzogen, und machen bald dem regelmässiger gelagerten *Grödner Sandstein* Platz, der bis Moëna anhält.

Moëna. Der ansehnliche Ort Moëna, den wir bereits von mehreren Seiten erreicht haben, liegt in der letzten Erweiterung des Avisio-Thales, ehe der Fluss die Engen von Forno betritt. Von allen Seiten kamen wir von höheren Schichten herab und gelangten in immer ältere Formationsglieder; zugleich zeigten sich vorherrschend die Fallrichtungen nach Südwest und Nordost. Alles dies und ganz besonders das Auftauchen des Quarzporphyrs in der Tiefe des Thales deutet hier eine Aufbiegung an, über die sich die Schichten sattelförmig biegen, aber in der Mitte geborsten sind. Es entsteht dadurch ein mit seiner Axe von Nordwest nach Südost gerichteter Aufbruch, welcher die beiden grossen Eruptionskessel von Fassa und Predazzo trennt. Das Avisio-Thal ist quer gegen den Aufbruch gerichtet und durch diese Interferenz hat sich hier eine bedeutende kreuzförmige Thalweitung gebildet, zwischen deren Armen sich vier Kalkschroffen erheben. So ist Moëna geologisch eine Scheide zwischen der Eruptionswelt von Fassa und Predazzo, physikalisch aber durch die Kreuzung zweier tief niedersetzender Einsenkungen ein wichtiger Vermittelungspunkt zwischen oberem und unterem Avisio wie zwischen Botzen und Agordo.

Der Quarzporphyr von Moëna ist tief carmoisinroth mit vielen Orthoklas- und röthlich-gefärbten Quarzkrystallen; auch Glimmerblättchen fehlen nicht. Um alle Eigenheiten des grossen Plateau's zu wiederholen, öffnet er sich dem Avisio nicht zu einem breiten Bett, sondern lässt ihm nur in einer engen Spalte mit senkrechten Wänden Raum. An wenigen Orten kann man den Uebergang vom Porphyr in den rothen Sandstein so gut beobachten wie hier, besonders in den tiefen und steilen Schluchten des Costalunga-Thales und überhaupt auf dem Weg nach dem Caressa-Pass. Der Grödner Sandstein erreicht hier, wie die Karte zeigt, eine sehr bedeutende Ausdehnung. An der Grenze mit den Seisser Schichten sind Gypslager. Die letzteren wie die Campiler Schichten scheinen, besonders an den Abhängen gegen den Monte Rocca, einen seltenen Reichthum an Versteinerungen zu führen; ich bemerkte einige Formen, welche weiterhin nicht vorkommen. Wir wenden uns zur Betrachtung des letzten der vier Kalkgebirge, welche sich in den vier Ecken des Thalkreuzes von Moëna erheben.

Das Latemar-Gebirge. Mit dem Namen des Latemar-Gebirges bezeichnen wir den mächtigen, halbkreisförmig nach Osten geöffneten Kalkgrat, welcher im Campo-Berg, Latemar, Reiter-Joch und Cavignon-Spitz seine bedeutendsten Erhebungen hat und vom Rivo di Sacina, Costalunga-Thal, Avisio und dem Porphyrplateau begrenzt wird. Die nördlichen Grenzen sind natürlich, nach Süden aber hängt das Gebirge mit seinen Gesteinsmassen auf das Innigste mit dem Mulatto- und Weisshorn-Gebirge zusammen. Den westlichen Abfall haben wir bereits vom Porphyrplateau aus kennen gelernt. Oestlich entspringt aus dem Halbkreis das Val Sorda. In überaus grossartigen Terrassen steigen von der Sennhütte La Malga di Val Sorda amphitheatralisch die Kalkwände an und umspannen in immer weiteren und höheren Bogen das wildromantische Quellgebiet, bis die hohen Kalkgipfel den erhabenen Schluss des Ganzen bilden. Von der rechten Seite erhält das Val Sorda keinen Zufluss; steilwandig erhebt sich daraus ein Rücken, der vom Cavignon westnordwest-ostsüdöstlich nach dem Avisio hinabzieht. Nach Süden dacht er sich allmälig und von einigen kleinen Bächen durch-

schnitten ab. Ganz anders das linke Ufer. Hier erheben sich innerhalb des Halbkreises und zum Theil mit ihm zusammenfallend einige schwarze Kuppen von Augitporphyr, welche scharf gegen das weisse Kalkgebirge abstechen und den Namen des Toazzo führen. Von ihm entspringen mehrere Zuflüsse des Val Sorda-Baches. Das erste bedeutendere Thal heisst Val di Maodié, später folgt das Val delle Scandole. Zwischen Val Sorda und Sorte ziehen einige Höhenrücken vom Monte Campo nach dem Avisio; sie sind durch das Val di Rif und das Val di Peniola getrennt.

Seinem allgemeinsten geognostischen Bau nach besteht das Latemar-Gebirge aus einer regelmässigen Schichtfolge der gesammten älteren Trias, über welche noch dolomitische Mendola-Kalke gelagert sind. Raibler Schichten fehlen. Dieses System von Sedimentgesteinen ist durchsetzt, gestört und verworfen von einer mächtigen Augitporphyr-Masse im nördlichen und einer Melaphyrmasse im südlichen Theil, ausserdem von einer Unzahl kleinerer Gänge. Um den Bau in den einzelnen Theilen kennen zu lernen, genügen einige Wege über das Gebirge.

Von Moëna über die Spitze des Latemar nach der Sennhütte im Val Sorda. Das ganze Gebiet des Costalunga-Thales ist bewaldet, einerseits bis zu den Alpenflächen des Caressa-Passes, andererseits bis an die Kalkwände des Monte Campo. Tiefe Wasserrisse entblössen darin den Schichtenbau der älteren Trias. Der *Grödner Sandstein* spielt der Verbreitung nach die Hauptrolle. Um den Latemar zu besteigen, geht man lange in ihm zur Seite des Costalunga-Baches und folgt dann einem grossen Seitenthal, welches westlich vom Campo-Berg entspringt. Im Wald steigt man über *Seisser* und *Campiler* Schichten aufwärts und erreicht auf leichtem, romantisch schönem Wege einen Felskessel, in welchem unten die schwarzen, plattigen *Virgloria-Kalke* und darüber weisse *Mendola-Kalke* anstehen. Hat man die Einsattelung des Grates vom Monte Campo nach dem Latemar erreicht, so übersieht man die schwarzen Kuppen des Augitporphyrs, deren höchste als Spitze des Toazzo sich in der Einsattelung erhebt. Schon von der Tiefe des Kessels an verfolgt man einzelne mächtigere und weniger mächtige Gänge. Auf der Höhe ist der *Augitporphyr* mandelsteinartig ausgebildet; einzelne Höhlungen sind mit strahligem Quarz ausgefüllt. Es ist dies eine der überaus seltenen Mandelsteinbildungen dieses Gesteins. Von hier beginnt nun ein vielgipfeliger Grat, aus geschichtetem, meist dolomitischem Kalk bestehend, der mit einzelnen Lagen von Dolomit wechselt. Steile Risse an den Flanken der pyramidenförmigen Gipfel erschweren das Fortkommen, zumal wenn sie, wie bei meiner Besteigung, in den höheren Theilen von Schnee bedeckt sind; mehrere hohe Gipfel muss man übersteigen. Hier und da zeigen sich undeutliche Spuren von Versteinerungen; an einer Stelle fanden sich einige Schichten dicht erfüllt von Brauneisenstein-Metamorphosen nach Eisenkies. Schwarze Gänge setzen als dünne Bänder allenthalben quer durch die Schichten des Kalkes. Ihre leichte Verwitterbarkeit veranlasst die Unebenheiten der Abhänge und selten wird man in der Tiefenrinne eines Wasserrisses vergeblich den schwarzen Faden suchen, durch dessen Zerstörung der Kalk sich so tief durchfurchen liess. Der Gipfel des Latemar gewährt eine der schönsten und grossartigsten Aussichten, welche man in Süd-Tyrol geniessen kann; für den Geognosten ist sie überdies durch die Lage des Gipfels mitten in einem so vielgestaltigen Lande in hohem Grade belehrend. Auf die Hauptcharakterzüge der Umgebung habe ich bereits bei der orographischen Beschreibung hingewiesen. Noch schöner gestaltet sich der Anblick der Gegend von einem südlicheren Gipfel, dem höchsten Punkt der Laste di Val Sorda. Der Abstieg nach dem eigentlichen Gebiet der letzteren ist sehr beschwerlich; nur selten verliert sich ein Gemsjäger in diese starre und wilde Kalkwelt. Mit dem Namen der Laste di Val Sorda bezeichnet man jene weiten, amphitheatralischen Terrassen, die sich von der tief im Kessel gelegenen Sennhütte höher und höher nach dem Gebirgskranz hinanziehen. Die Hütte liegt auf *Campiler Schichten*, die Laste bestehen aus fast söhlig gelagerten

Kalkschichten. Hoch über jener, in ungefähr 8000 Fuss Meereshöhe, führen sie eine Unzahl von Versteinerungen, welche ich oben als dem Mendola-Dolomit angehörig beschrieben habe. Die Schichten wechseln in der Mächtigkeit von wenigen Zollen bis 5—6 Fuss und sind, wie am Latemar, hin und wieder reiner Dolomit, selten mergelig. Auch hier fehlen nirgends die Gänge von schwarzen Porphyren und, ihnen entsprechend, tiefe, schroffe Runsen, an deren Wänden man nicht ohne Gefahr nach der Sennhütte im Val Sorda hinuntersteigt. Sie liegt, wie erwähnt, selbst auf Campiler Schichten, aber dicht daneben erhebt sich der Augitporphyr, der von hier bis zur Höhe des Toazzo ununterbrochen fortsetzt.

Von Moëna über Sorte und Peniola nach der Sennhütte im Val Sorda. Wir schlagen nun zwischen denselben Endpunkten einen anderen Weg in kürzerem Bogen und unter den Hochgipfeln ein. Auf dem Weg von Moëna über Sorte nach Peniola überschreitet man successiv die Schichtenköpfe des *Grödner Sandsteins*, der *Seisser Schichten*, sehr versteinerungsreicher *Campiler Schichten* (besonders reich an *Posidonomya aurita, Hau.*) und schwarzer, bituminöser, plattiger, zum Theil breccienartiger *Virgloria-Kalke*. Der Rücken zwischen Sorte und Peniola, welchen mein Führer als Van dalla Roa bezeichnete, besteht ganz aus diesen Schichten der älteren Trias. Streichrichtung und Fallwinkel sind bedeutenden Schwankungen unterworfen; doch ist im Allgemeinen für das Streichen die Richtung Westnordwest-Ostsüdost, sowie ein steiles Fallen nach Südsüdwest vorherrschend, so dass die Schichtfolge conform dem porphyrischen Querriegel von Moëna aufliegt. Geradlinig ziehen die Schichtenköpfe fort und man trifft sie in ganz gleicher Lagerung wieder am Avisio. Auf dem Rücken Van dalla Roa zeigen sich einzelne Gänge. Kaum eine Viertelstunde von Sorte entfernt erscheint der erste derselben, ein Gang von *Augitporphyr*, bald darauf ein anderer von *Melaphyr*, beide in *Seisser Schichten*, darauf folgt ein Gang von *Porphyrit*, welcher in *Campiler Schichten* aufsetzt. Der Rücken zwischen Peniola und dem Val di Rif besteht aus *Mendola-Kalk*, welcher den vorigen aufliegt. Einige hundert Schritt hinter Peniola setzt darin ein mächtiger Gang von doleritartigem *Augitporphyr* auf, der an den Grenzen zahnförmig in den Kalk eingreift und denselben in der nächsten Nähe krystallinisch gemacht hat. Wenige Schritte weiter erreicht man einen 2—3 Fuss mächtigen Lagergang eines durch Zersetzung unbestimmbar gewordenen schwarzen Porphyrs. Er ist mit den Schichten verworfen; der Kalk ist im Contact grobkörnig krystallinisch. Es folgen nun noch mehrere Gänge im Kalk, von denen jeder besondere Eigenthümlichkeiten bietet. Mit dem ersten Bach des Val di Rif erreicht man die Hauptmasse der schwarzen Porphyre. Die grosse Masse ist *Augitporphyr*. Tief unten im Avisio-Thal sieht man ihn als breiten Gang zwischen dem Kalk empordringen, hier oben nun breitet er sich mächtig aus und bildet die schwarzen Kuppen des Toazzo. Der leichten Zersetzbarkeit wegen sind die Formen des Augitporphyrs, wie so häufig, gerundet, das Gestein bis in grosse Tiefe aufgelöst und nirgends sein petrographischer Charakter deutlich zu erkennen. Darin setzt der *Melaphyr* in zahlreichen Gängen auf und ist wegen seiner scharfkantigen, frischen Gesteine leicht zu erkennen. Das Material dieser Gänge ist unendlich reich an Abänderungen und enthält alle Uebergangsstufen von Melaphyr zu Augitporphyr, doch waltet der Charakter des ersteren bei den meisten Gesteinen vor. Kaum dürfte man irgendwo ein reicheres und manchfaltigeres Gangsystem finden können. Erwähnenswerth ist besonders ein dichtes, schwarzes, basaltartiges Gestein mit zahlreichen gerundeten Einschlüssen von körnigem, grünem *Kokkolith*, welches zwischen den beiden Bächen des Val Maodié einen mächtigen Gang bildet; ferner ein augitfreies Gestein, das dicht mit langen Hornblendenadeln erfüllt ist u. s. w. Auch Porphyrit kommt vor, aber sehr untergeordnet. Ueber diesen endlosen Wechsel innerhalb der einigen grossen Augitporphyr-Masse fort gelangt man hinab zur Malga di Val Sorda, mit der man wieder die Sedimentgebilde erreicht.

Von Moëna über Forno nach der Sennhütte im Val Sorda. Geht man endlich von Moëna dem Avisio-Thal entlang, um bei dem Ausfluss des Val Sorda sich dem Innersten des Latemar-Gebirges zuzuwenden, so hat man zuerst ein weites, ebenes Alluvialland zwischen sanften, aus den Schichten der unteren Trias bestehenden Gehängen zu überwinden. Plötzlich schliessen von rechts und links die Kalke zusammen und verengen das Thal. Wie bisher, so sind es auch hier die Fortsetzungen der Schichten von Sorte und Peniola. Es folgen hier wie dort mit verworrenem, aber im Allgemeinen steil südsüdwestlichem Einfallen die schwarzen *Virgloria-Kalke*. Selten kann man sie in so vortrefflichem Aufschluss sehen wie hier, wo sie durch ihre Windungen und Berstungen der Beobachtung ein grosses Feld bieten. Kleine Augitporphyr-Gänge schlängeln sich hindurch, ein mächtigerer ist gerade dort, wo die Strasse den Engpass betritt. Kurz vor Forno ist die schon erwähnte Stelle, wo der Augitporphyr in bedeutender Mächtigkeit den Kalk durchsetzt, um sich in der Höhe als Toazzo auszubreiten. Von Forno steigt man durch undeutlich geschichteten, vielfach verworfenen Kalk aufwärts. Rechts auf der Höhe liegt das Dorf Costumedil. Ich erhielt von dort viele Stücke von bituminösem, schwarzem Mergelkalk mit St. Cassian-Versteinerungen; sie sollen an den Wiesen oberhalb des Dorfes vorkommen. Jedenfalls sind sie hier isolirt. Nach langem Aufwärtssteigen in dem Val Sorda erreicht man Augitporphyr, dessen grosse Masse bis auf das rechte Ufer fortsetzt, und endlich die Campiler Schichten bei der Sennhütte. Dieses Formationsglied tritt hier nur in geringer Ausdehnung zu Tage und kommt in Contact mit dem Augitporphyr, doch fand ich keine deutlich aufgeschlossene Contactstelle. Die Contactlinie setzt beiderseits in den Kalk fort, der die gewöhnliche Umwandlung der Structur von dichtem ins Körnige, aber nur in geringem Abstande zeigt. Am deutlichsten müssen die Contactwirkungen an grossen Kalkmassen sein, welche der Augitporphyr einschliesst, so am Abhang des Toazzo. Ein grosses Kalkfragment bildet an diesem schwarzen Gebirge auch die Kuppe eines Augitporphyr-Berges.

Von Forno nach Predazzo. Setzt man den eben bei Forno unterbrochenen Weg von Moëna nach Predazzo am rechten Ufer des Avisio fort, so folgt dicht hinter dem Dorf ein Augitporphyr-Gang, dann eine isolirte eingeschlossene Kalkmasse, darauf *Melaphyr*. Bis Mezzavalle hält der letztere, von vielen augithaltigen Ganggesteinen durchsetzt, an. Da endlich kommt vom linken Ufer, wo er schon längst herrscht, der *Monzonsyenit* herüber, steigt allmälig hoch am Abhang an, erreicht aber vor dem Val di Sacina schon sein Ende. Bei der Avisio-Brücke erreicht man die Grenze des durchbrechenden *Granits*. Während sie aber jenseits senkrecht am Abhang des Mulatto aufsteigt, bildet der Granit am rechten Ufer nur eine gestreckte Vorhöhe, welche bis zu den Mühlen am Ausgang des Sacina-Baches fortsetzt; jenseits desselben keilt sich das Gestein schnell aus.

Wie am Mulatto, so sind auch hier Syenit und Granit von Gängen auf das Manchfaltigste durchsetzt; insbesondere sieht man viel Granitgänge im Syenit, während beide ausserdem von Melaphyr, Augitporphyr und Porphyrit durchzogen sind. Für die Gänge im Turmalin-Granit sind die besten Beobachtungsstellen: die Wände bei den Mühlen, ein Steinbruch weiter aufwärts und einige abgesprengte Wände an der Strasse. Von den Mühlen bis Predazzo geht man auf Alluvialboden.

Von Predazzo nach der Sennhütte im Val Sorda. Den ersten Theil dieses Weges, so weit er im Sacina-Thal führt, betrachten wir mit diesem selbst. Man verlässt die Thalsohle desselben in schwarzen Porphyren und steigt am Abhang gegen die Alpe Vardabe hinauf. Es erscheinen bald Seisser und Campiler Schichten. Anfangs lagern sie horizontal, bald aber werden vielfache Schichtenstörungen bemerkbar. An der Grenze mit Melaphyr sind die Gesteine hart und spröde. Bei der Alpe Vardabe bilden sie einen Sattel, auf dessen Höhe die Seisser Schichten heraustreten, während die Campiler Schichten beiderseitig angelagert sind. Die Streichungsrichtung bleibt trotz aller dieser Störungen

gleich; es ist dieselbe wie bei Sorte und Peniola (westnordwest-ostsüdöstlich), parallel dem Lauf des Sacina-Baches und Costalunga-Baches. Jenseits des Rivo di Vardabe betritt man die schwarzen Porphyre, in denen man bis zum Val Sorda fortwandert. Die Hauptmasse scheint innerhalb der auf der Karte angegebenen Grenzen Melaphyr zu sein; doch tritt zugleich so viel Augitporphyr auf, dass man oft in Zweifel ist, welches Gestein als das herrscheude zu betrachten ist. Sicher ist es, dass dieser Augitporphyr mit dem jenseitigen grossen Stock nicht zusammenhängt, denn er ist ein wesentlich anderes Gestein, weit ärmer an Augit, und neigt sich schon den Mittelgesteinen zur Zusammensetzung des Melaphyrs hin. Uebrigens herrscht auch hier eine bedeutende Manchfaltigkeit in den Gesteinsabänderungen der einzelnen Gänge, aber bei weitem nicht in so hohem Masse als drüben. Dies ist auch natürlich; denn die Augitporphyr-Eruption war jedenfalls die ältere und die Masse derselben schon von vielen Gängen durchsetzt, als der Melaphyr hervorbrach. Für das grössere Alter des basischen Gesteins spricht einmal, dass es an dem steilen Südgehänge des Val Sorda von dem Melaphyr überflossen wird, andererseits die Analogie mit dem Eruptionsverhältniss der Umgebung. Auch am Mulatto fanden wir den Uralitporphyr älter als den Melaphyr. Die Gehänge zwischen dem Sacina-Thal und dem Val Sorda sind in der Höhe sanft und mit Alpen bedeckt, daher hier die Aufschlüsse bei weitem unvollkommener als jenseits am Toazzo. Erst höher hinan sieht man die bleichen Kalkwände des Cavignon-Spitz sich erheben, mit denen alle Vegetation verschwunden ist. Später gelangt man in eine Waldregion. In ihr steigt man an hohem und steilem Gehänge zur Sennhütte im Val Sorda hinab.

Sacina-Thal. Wir gehen nun in dem Thale aufwärts, welches mit seinem Wasserlauf die Gebirgsmassen des Weisshorn und Latemar trennt, mit seinem Flussgebiet die ohnehin schon durch ihre Gesteine innig vereinigten Gebirge verbindet. Die Mündung des Sacina-Baches oberhalb Predazzo ist durch einige kleine Wassermühlen bezeichnet. Hier steht *Turmalin-Granit* an, der letzte Ausläufer der grossen Masse. Gleich darauf folgt *Melaphyr,* während rechts von der Höhe noch einzelne Fragmente von *Monzonsyenit* herabkommen. Man betritt hier eine wahre Welt von Melaphyren; die zahllosen Bruchstücke entfalten eine Manchfaltigkeit petrographischer Ausbildung, wie man sie bei älteren Gesteinen selten auf so kleinem Raume finden wird. Fast jedes Bruchstück, das man anschlägt, hat seine Eigenthümlichkeit. Dennoch schwanken sie sämmtlich innerhalb sehr enger Grenzen der Zusammensetzung. Kein Gestein von hier kommt dem Mulattophyr gleich; sie enthalten meist gar keinen Augit oder höchstens in ganz sporadischen Krystallen, dagegen sind die des Oligoklases stets gross und deutlich ausgebildet. Die unzugänglichen Seitentobel, welche dem Sacina-Bach von der rechten Seite zuströmen, haben grösstentheils ihren ganzen Lauf in Melaphyr und entladen an ihren Ausflussstellen mächtige Trümmerhalden desselben. Ueberall zeichnen sie sich durch die gute Erhaltung ihrer Kanten und das geringe Eingreifen der Zersetzung aus. Unter den zahlreichen Geröllen im Bett des Hauptbaches sah ich auch einige von dem früher beschriebenen grünen, jaspisartigen Contactproduct, in welches das Gestein der Campiler Schichten stets an den Grenzen des Monzonsyenits verwandelt ist. Wahrscheinlich steht daher dieses Gestein noch irgendwo in der Höhe an, doch habe ich es nirgends beobachtet.

Durch längere Zeit steigt man am Bachbett zwischen den Wänden des Melaphyrs aufwärts. Darauf folgt Kalk der *Mendola-Schichten,* während der Melaphyr in der Höhe noch fortsetzt. Im Kalk setzen Gänge und stockförmige Massen von *Augitporphyr* auf. Höher hinauf erreicht man bald *Campiler* und *Seisser Schichten,* vielfach wellig gebogen, aber doch im Allgemeinen westnordwest-ostsüdöstlich streichend, von Gängen durchsetzt und mit Alpwiesen bedeckt. So gelangt man allmälig auf das Sattel-Jöchl, welches ganz in Campiler Schichten eingesenkt ist, die hier unmittelbar dem Quarzporphyr auflagern. Erst weiter abwärts folgen nördlich wie südlich darunter die Seisser Schichten als unmittelbar dem

Porphyr auflagerndes Glied. Eine genauere Untersuchung der überaus interessanten Verhältnisse im Sacina-Thal würde viel zu einer gründlicheren Kenntniss der Gegend von Predazzo beitragen, da es den Schlüssel für viele der weniger klaren Verhältnisse gibt.

Das Weisshorn-Gebirge. Die vierte der Gebirgsmassen, welche sich um das Eruptionscentrum von Predazzo erheben, bezeichnen wir als das Weisshorn-Gebirge nach dem Knotenpunkt des ganzen Stocks, der zugleich die bedeutendste Höhe zu erreichen scheint. Es bildet einen nach Westen, Süden und Osten durch tiefe Thäler isolirten, nach Norden aber durch flache Einsattelungen mit dem Latemar und dem Zangenberg zusammenhängenden Gebirgsstock. Von dem Weisshorn, der auch den Namen Cornon führt, als nördlichem Knotenpunkt gehen nach Süden drei radienförmig angeordnete Aeste aus: die Sforzella nach Südsüdost, der Coronella mit dem Pizangei nach Süden, der Cornazzi nach Südsüdwest. Der Grat der Sforzella hat seinen östlichen Abfall in das Thal des Sacina-Baches und des Avisio. Dieser Abhang erschliesst den Gebirgsbau des Eruptivstocks von Predazzo und ist dadurch sowie durch die an ihm gelegenen Marmorbrüche von Canzacoli der bekannteste Theil des Gebirges geworden.

Ueberblickt man den Gesammtbau, so zeigt sich hier, wie kaum an einem anderen Ort, die grosse trichterförmige Anordnung des Eruptionskessels von Predazzo. Die Grundlage besteht gerade so, wie am Mulatto und an der Margola, aus *Quarzporphyr,* welcher im Hintergrund die Höhen des Zangenberges und des Schwarzhorn bildet. Darauf lagert die *ältere Trias,* westlich am Porphyr in grosser Höhe anstehend, gegen Predazzo hin sich aber mehr und mehr senkend. Im Sacina-Thal liess sich dies nur unvollkommen verfolgen, da dort die Melaphyre in zu grosser Erstreckung den Verband stören. Aus dem Val di Stava aber sieht man um den Fuss des Cornazzi und Coronella herum die Schichten sich mehr und mehr senken und endlich bei Predazzo nur unbedeutend die Thalsohle überragen. Hierauf lagern *obere Triaskalke,* dieselben wie am Latemar und am Viesena, also wahrscheinlich vorwaltend dem Mendola-Niveau angehörend. Auch ihr gesammtes Massiv theilt natürlich die Neigung der Unterlage gegen die Mitte des Eruptionskessels. Hier aber schieben sich mit scharf abschneidenden Begrenzungslinien die *Eruptivmassen* ein. Wir wenden uns zuerst der Betrachtung dieses Theiles zu.

Canzacoli. Kein Theil der Umgegend von Predazzo hat in so hohem Grade die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich zu lenken vermocht als die Marmorsteinbrüche *„i Canzacoli"*. Erst war es das benachbarte Eruptivgestein, unser Monzonsyenit, für welches die Lagerungsverhältnisse den neptunischen Ursprung beweisen sollten, später wendete sich die Aufmerksamkeit von jenem ab und richtete sich auf die Umwandlung des Kalkes in der Nähe desselben. So spielte der kleine Ort in der geschichtlichen Entwickelung verschiedener Fragen der Geologie eine wichtige Rolle. Das geognostische Verhältniss ist sehr einfach. Die Wand der Sforzella baut sich, wie eben erwähnt, aus einem Schichtensystem der Trias auf; zunächst der Thalsohle lagern die obersten Schichten der unteren Trias, dann folgen die Kalke der oberen Trias. Ruhig ziehen die Schichtungslinien am Abhang nach Norden hin, mehr und mehr sich mit schwacher Neigung in das Thal niedersenkend. Plötzlich sind sie abgeschnitten. Genau gegenüber der Mündung des Travignolo in den Avisio zieht eine Linie senkrecht am Abhang hinauf, welche das regelmässige Schichtgebirge von einem Stock von *Monzonsyenit* scheidet. Höher hinauf greift die Linie in weitem Bogen in den Kalk ein, so dass das Eruptivgestein dem letzteren aufliegt; sie kehrt aber zurück und verläuft unter dem Kamm des Gebirges, welcher aus Kalk besteht. So hoch die Fläche, mit der der Syenit aufgeschlossen ist, am Abhang hinaufragt, so gering ist ihre Breite; es folgt *Melaphyr,* welcher den Syenit in einer ähnlichen Linie abschneidet und sich in der Höhe über ihm verbreitet. Der Syenit greift mit einigen breiten und stumpfen, nach oben gerichteten Zähnen in den Kalk ein,

bildet aber keine Gänge darin; *Turmalin-Granit* tritt nicht auf, sondern nur im nordöstlichsten Theil einige Uebergangsgesteine wie am Mulatto. Der Melaphyr durchsetzt in schmalen Gängen den Syenit und den Kalk.

Graf **Marzari-Pencati**, ein eifriger Neptunist, lehrte das gegenseitige Verhältniss des „Granits" zum Kalk zuerst kennen. Er hielt es für einen glänzenden Beweis, dass der Granit neptunischen Ursprungs sei, indem er den Kalk überlagere und wieder von demselben überlagert werde. Im nördlichen Deutschland erregte die Beobachtung unter den Schülern und Anhängern **Werner's** grosses Aufsehen und galt durch längere Zeit als eine Hauptstütze ihrer Lehre. **Buch** und **Humboldt** untersuchten das Lagerungsverhältniss genauer (1822) und theilten zuerst eine Darstellung desselben mit, welche auf keiner vorgefassten Meinung beruhte. **Buch** glaubte hier eine grossartige Ueberstürzung zu erkennen.

Bis zu dieser Zeit ging man noch wenig auf die Umwandlung ein, welche der Kalk an der Grenze des Syenits in beträchtlicher Mächtigkeit erlitten hat. Er ist in einen feinkörnigen Marmor verwandelt, der noch vor dreissig bis vierzig Jahren in Steinbrüchen gewonnen wurde, indem man ein dem Carrarischen Marmor äquivalentes Gestein gefunden zu haben glaubte. Mit grossen Kosten wurden die Steinbrüche *„i Canzacoli"* am Ostabhang der Sforzella, ungefähr 1000 Fuss über der Thalsohle und nahe der Grenze des Syenits, angelegt. Allein es zeigte sich bald, dass der Marmor dem Meissel nicht willig ist, sondern oft in anderen Richtungen springt, als das Instrument anzeigt. Daher ruhen die Brüche. Man untersuchte den körnigen Kalk noch weiter am Abhang und fand ihn zum Theil sehr grobkörnig, zum Theil auch anderwärts mit dem genannten Fehler behaftet. Ebenso wenig erwies sich das schon beschriebene analoge Gestein an der Margola als tauglich. Man hat daher die technische Ausbeutung ganz aufgegeben und Canzacoli blieb nur ein Schauplatz für wissenschaftliche Forschung. Schon kurze Zeit nach **Buch** besuchte **Boué** (1823) den Ort [1]) und entdeckte in dem körnigen Kalk Gänge eines dunklen Gesteins, das er als „Dolerit" bezeichnete; es ist unser Melaphyr. **Bertrand Geslin** fand, dass der körnige Kalk an den tieferen Theilen des Abhanges grau sei und erst nach oben gegen die Steinbrüche hin weiss werde, eine Thatsache, welche später durch die Forschungen von **Roth** wichtig wurde. **Reuss** (1840) erkannte die Analogie der Umwandlung des Kalksteins von Canzacoli mit dem der Palle rabbiose am Monzoni. Auch er erwähnt der darin aufsetzenden „Dolerit"-Gänge.

Dass geschichteter Kalkstein gegen die Grenze eines Eruptivgesteines hin das Gefüge von krystallinischem Marmor annimmt, konnte nichts Befremdendes haben, da man die Erscheinung von zu vielen anderen Orten kannte. **Petzholdt** (1843) gebührt das Verdienst, die Untersuchungen in den Steinbrüchen von Canzacoli in eine neue Bahn gelenkt zu haben, indem er durch eine Reihe von Analysen fand, dass der Marmor von Canzacoli neben kohlensaurem Kalk noch 30 Procent an Wasser gebundener Magnesia enthält. Dies veranlasste ihn, das Gestein als ein neues Mineral von der Zusammensetzung



$$2\,\dot{Ca}\,\ddot{C} + \dot{Mg}\,\dot{H},$$

unter dem Namen *Predazzit*, in das System einzuführen. Von jetzt an sehen wir die Ansichten hinsichtlich der Entstehung des Predazzits durch Schmelzung oder durch hydatochemische Umwandlung zweigetheilt. Magnesiahydrat das Product plutonischer Metamorphose! Diese Behauptung musste einen neuen Streit hervorrufen, an dem sich besonders **Cotta**, **Roth** und **Bischof** betheiligten. Ich schliesse, ehe ich auf die Ansichten eingehe, der obigen geognostischen Darstellung eine kurze Erörterung der petrographischen Verhältnisse an.

Wenn man den feinkörnigen Predazzit mit der Loupe betrachtet, so sieht man ihn durchzogen von

---

[1]) Mitgetheilt in Leonhard's Taschenbuch für Mineralogie, Jahrg. 1824. S. 507.

feinen, perlmutterglänzenden Blättchen. An einigen Stellen, deren bekannteste ungefähr 1000 Fuss über dem Steinbruche an einem schwer zugänglichen Felsen liegt, wachsen diese Blättchen zu bedeutender Grösse an und bilden 1 bis 2 Zoll grosse, eine halbe Linie dicke Tafeln, nach denen das Gestein springt. Sie sind sehr charakteristischer *Brucit.* Nirgends am Abhang von Canzacoli fehlen sie als inniger Gemengtheil des Marmors, ebenso wenig an der Margola; sie verursachen die Unbrauchbarkeit des Marmors. Da aber der Brucit reines Magnesiahydrat ist, so liegt es nahe, dass der Predazzit kein einfaches Mineral ist, sondern ein mechanisches Gemenge von kohlensaurem Kalk und Brucit. Untersucht man den Kalk weiterhin, so zeigt er nach vier Richtungen eine Umänderung: 1) nach den vom Syenit entfernteren Theilen, 2) gegen den Syenit hin, 3) gegen die Melaphyrgänge und 4) in verticaler Richtung am Abhang.

1) Je weiter vom Syenit entfernt, desto mehr verschwindet das krystallinisch-körnige Gefüge, wie bereits von vielen Beobachtern festgestellt worden ist; der Marmor geht in gewöhnlichen geschichteten, etwas dolomitischen Kalk über, wie er das ganze Weisshorn-Gebirge zusammensetzt. Derselbe Uebergang wie seitwärts findet auch am Kamm der Sforzella nach oben statt. Der Kalk ist Triaskalk und alle Triaskalke von Süd-Tyrol enthalten viel Magnesia.

2) Gegen den Syenit hin erscheint der Predazzit mit fremdartigen Substanzen imprägnirt, bald scheiden sich einzelne Krystalle aus, besonders von Vesuvian in prachtvoller Ausbildung und in Drusen von einigen Cubikfuss Inhalt, ferner Granat, der nach **Roth's** Entdeckung stets krystallinischen Kalk im Innern umschliesst. Endlich folgt ein festeres Feldspathgestein, das aber noch ganz von kohlensaurem Kalk imprägnirt ist und allmälig in den reinen, typischen Syenit verläuft [1]. Jene zum Theil krystallisirten Silicate, besonders gelblichgrüne Vesuvianmasse, liessen oft wie ein Schwamm den kohlensauren Kalk ein. In der Höhe sind sie am ausgebildetsten. Die schönsten Drusen finden sich in einer isolirten, von Syenit umschlossenen Masse.

3) Gegen die Melaphyrgänge hin ist der Predazzit stark mit einer grünen, serpentinartigen Substanz verunreinigt, die Saalbänder der Gänge bestehen aus reinem Serpentin und in den kleineren Gängen verschwindet das Grundgestein ganz; es sind nur noch Serpentingänge im Kalkstein [2], die sich oft vielfach verzweigen, wie **Reuss** durch die Abbildung eines kleinen Gangsystems von Canzacoli gezeigt hat.

4) Dass ein Unterschied im petrographischen Charakter des Predazzits von unten nach oben stattfinden müsse, könnte man schon *a priori* folgern, da am untern Theil des Abhanges die untere Trias liegt und darüber die Kalke der oberen ungestört folgen. Sie beginnen aber in unserem ganzen Gebiet mit den schwarzen, plattigen *Virgloria-Kalken,* dann erst folgen die hellen *Mendola-Kalke.* Dem entsprechend ist die Umwandlung. Der Virgloria-Kalk hat seine dunkle Farbe im Contact modificirt, ist aber niemals weiss, sondern schwankt in verschiedenen Abstufungen von Grau, während der Mendola-

---

[1]) **B. Cotta** führt (Geognostische Briefe) unsern Monzonsyenit als Granit an und sagt, die Grenze zwischen „Granit" und Kalk sei völlig scharf. Ich vermochte dies nicht zu bestätigen, da der beschriebene Uebergang längs der gesammten Grenzlinie am Abhang von Canzacoli stattfindet.

[2]) **B. Cotta** sagt (Geogn. Briefe): „Vielfach verzweigt sich der Granit gangförmig in den Kalkstein und die am Ursprung aus der Hauptmasse deutlichen Granitgänge werden mit ihrem tieferen Eindringen in den Kalk immer talkiger und gehen sehr bald in deutliche Serpentingänge über, von denen der Marmor mehrfach durchschnitten ist." An der steilen Bergwand ist ein Irrthum in der Beobachtung leicht möglich. Doch konnte ich mich überzeugen, dass niemals weder ein gangförmiges Eingreifen des Granits in den Kalk, noch eine Serpentinisirung des Granits stattfindet. Beides gilt ausschliesslich für den Melaphyr. Jene Angaben wurden mehrfach benutzt und von **Bischof** eine längere Discussion daran geknüpft, welche allerdings, übereinstimmend mit dem wahren Thatbestand, zu dem Resultat führt, dass eine Serpentinisirung des Granits von chemischer Seite sehr unwahrscheinlich sei.

Kalk den beschriebenen weissen Marmor gebildet hat. Das Gefüge sowie die Beimengung perlmutterglänzender Blättchen ist beiden gemeinsam. Den Wechsel der Farbe hat zuerst **Bertrand Geslin** beobachtet. **Roth** unterwarf ihn einer näheren Prüfung und fand, dass der graue Marmor der tieferen Theile des Gehänges eine andere chemische Zusammensetzung besitze als der weisse der Steinbrüche, und zwar zeigte sich ein bedeutenderer Magnesiahydrat-Gehalt, so dass sich die Formel $\dot{Ca}\ \ddot{C} + \dot{Mg}\ \dot{H}$ herausstellte. **Roth** nannte diese Verbindung „*Pencatit*" im Gegensatz zum „*Predazzit*" und sieht beide für chemische Verbindungen an.

Fasst man alles dies zusammen, das Vorkommen des körnigen Kalkes neben dem Syenit, welcher offenbar die Schichten durchsetzt hat, und die vierfachen Uebergänge, denen jener nach verschiedenen Richtungen hin unterworfen ist, so muss man zu dem Schluss kommen, dass Predazzit und Pencatit gleich jedem Marmor, der von den Grenzen eines Eruptivgesteins aus allmälig in geschichteten Kalk übergeht, durch plutonische Metamorphose entstanden sind. So viel wenigstens darf man als sicher annehmen, dass der Niederschlag von kohlensaurem Kalk mit seiner Beimengung von kohlensaurer Magnesia durch die feurig-flüssige Eruptivmasse geschmolzen wurde und krystallinisch erstarrte. Es ist dann noch der Umstand zu erklären, dass statt des Carbonats der Magnesia das Hydrat auftritt. **Roth** nimmt zur Erklärung an, dass der Niederschlag von Anfang an die stöchiometrische Zusammensetzung des Predazzits und Pencatits gehabt habe und durch den Syenit gar nicht verändert worden sei. Doch gelang es ihm nicht, Predazzit und Pencatit künstlich darzustellen, und so lange nicht auf diesem Wege die Möglichkeit ihres unmittelbaren Niederschlags erwiesen ist, darf man wol kaum diese Ansicht als sicheres Resultat annehmen. Auch wenn sich nachweisen liesse, dass die Kalkschichten zur Zeit des Syenitausbruches dicht von Wasser erfüllt gewesen wären, könnte dies zur Erklärung des Magnesiahydrats nichts beitragen. Die wahrscheinlichste Annahme bleibt sonach die der nachherigen Umwandlung durch Tagewasser. Dass in der That eine solche in grossartigem Massstabe stattgefunden hat, wird durch die Serpentinisirung des Melaphyrs erwiesen. Nirgends sonst hat dies Gestein eine solche Umwandlung erlitten und doch durchsetzt es so häufig geschichteten Kalk. Es scheint, dass der aus geschmolzenem Zustande erstarrte Mendola-Kalk derselben besonders günstig war; denn am Monzoni findet bei Augitporphyr das nämliche Verhalten statt. Konnte nun bei Canzacoli diese Umwandlung geschehen, so konnte gewiss auch das Gestein auf demselben Wege verändert werden. Indess ist nicht zu läugnen, dass hier noch mehrere Punkte unerledigt bleiben, so das einfache stöchiometrische Verhältniss in der Mengung des Kalkcarbonats mit dem Magnesiahydrat. Nur das Experiment wird hier zu entscheiden vermögen.

Gehen wir endlich auf den allmäligen Uebergang zwischen Syenit und Predazzit ein, einen Uebergang, wie er auch am Monzoni allenthalben von Syenit und Hypersthenit in Kalk so deutlich zu beobachten war, so scheint es auch hier klar auf der Hand zu liegen, dass er die Folge eines innigen Verschmelzens der beiden Massen an ihren Contactstellen ist. Hier sind die Lagerstätten der zahlreichen Mineralien, welche, grösstentheils kalkreiche Silicate, am Monzoni den früher erwähnten Mineralreichthum bilden und bei Canzacoli in geringerer Anzahl, aber unausgesetzt und in gleicher Weise die Contactflächen begleiten. Wie am Monzoni, so war auch hier der geschmolzene kohlensaure Kalk das Lösungsmittel für die Silicate des Syenits. Bei Canzacoli bildeten sich als neue Verbindungen: *Vesuvian, Granat* und *Gehlenit,* letzterer in den grössten bekannten Krystallen, also dieselben Mineralien, welche auch am Monzoni vorwaltend den Contact mit dem Syenit bezeichnen. Auch hier zeichnet sich der Vesuvian durch die vollkommene Ausbildung seiner Krystalle und seinen ausserordentlichen Flächenreichthum aus. Die Granatkrystalle von Canzacoli enthalten, wie **Roth** zuerst beobachtet hat, in ihrem Innern körnigen Kalk, eine Thatsache, welche aufs Neue für die Ausscheidung aus flüssigem Magma spricht; denn die Krystalle sind

in vollkommen frischem Zustand. — Von diesen krystallinischen Absätzen gelangt man unmittelbar zur Masse des Syenits. Das Gestein ist hier, wo es seine Wärme am schnellsten abgab, kleinkörniger als in weiterer Entfernung und hat Kalk in sich aufgenommen, der ihm ein eigenthümliches Aussehen gibt, da die Massen sich, wie es scheint, nur mechanisch durchdringen und nicht chemisch verbunden sind.

Sforzella, Val di Rif, Weisshorn. Steigt man von Canzacoli den Fusssteig hinan, welcher mit oftmaliger Ueberschreitung der Contactlinie gerade am Abhang hinaufführt, so trifft man, wie erwähnt, in der Höhe einen Grat von Kalk, welcher dem Syenitgehänge aufgesetzt ist. Zwischen beide Gesteine schiebt sich Melaphyr ein, der schnell an Ausdehnung zunimmt, aber gleichfalls mit seiner oberen Grenze unter dem Kalkgrat der Sforzella bleibt. Er verdrängt bald den Syenit am ganzen Abhang und bildet ihn selbstständig bis zur Thalsohle. Weiterhin schneidet er auch links den Kalkgrat ab, um einige Kuppen in der Höhe zu bilden. Wendet man sich zuerst abwärts am Abhang, so findet man den Melaphyr von mehreren kleinen Bächen mit tief ausgefurchten Thälern durchschnitten. Das bedeutendste mündet in das Sacina-Thal und führt dorthinein die beschriebenen Melaphyr-Trümmermassen. Ein zweites, welches den Namen Val di Rif führt, mündet gegenüber von der Avisio-Brücke als eine steile und unzugängliche, meist wasserlose Schlucht. Auch von hier kommen Ströme von Geröll herab und erfüllen weithin das Avisio-Thal. Eine Untersuchung derselben ist in hohem Grade lehrreich, da man alle Abänderungen des Melaphyrs und alle ihn gangförmig durchsetzenden Gesteine in reichster Abstufung nebeneinander findet. Hier ist der Hauptfundort von dem sogenannten krystallisirten Asbest, jener Hyper-Uralitbildung, auf welche Haidinger zuerst aufmerksam machte. Kehren wir nach der Höhe zurück, so ist dort der Reichthum an Gesteinsabänderungen nicht so bedeutend, insbesondere scheinen die Augitporphyr-Gänge meist nur bis in die Mitte des Gehänges aufzusetzen. Hin und wieder erscheint ein Gang von Porphyrit. Das meiste Interesse hat der Gipfel des Weisshorn. Es zieht sich ein kleiner Riegel von West nach Ost, welcher den Ursprung der drei Kalkgräte bildet. Der ganze Riegel besteht in seiner Höhe aus Melaphyr. Es sind hier die höchsten Gipfel des ganzen Weisshorn-Gebirges, alle bestehen aus dem nämlichen Gestein. Es scheint hier das Ende eines breiten, aber kurzen Ganges zu sein, aus dem diese Massen hervorgedrungen sind; indess ist derselbe nicht isolirt, denn zu beiden Seiten setzen noch hier und da kleine Gangmassen auf, zum Theil Kuppen bildend, zum Theil nur an den Abhängen in ihrem Durchschnitt erscheinend. Das Gestein schwankt in seiner Zusammensetzung nur wenig. Es ist ein oligoklasreicher Melaphyr, in dem aber hier und da schon ein Augitkrystall sichtbar ist.

Val di Stava — Tesero — Panchia. Vom Gipfel des Weisshorn steigt man über steile Kalkwände, in denen hier und da Gänge von schwarzem Porphyr sichtbar werden, nach der Sennhütte im Val di Stava hinab. Schon an seinem Ursprung ist das Thal tief hinein zwischen Quarzporphyr und Schichtgebilde eingesenkt, seine Thalsohle bildet die Grenze. Der Porphyrabhang bleibt steil, waldig und kurz abgesetzt. Das linke Gehänge dehnt sich vom Sattel-Jöchl an zu einem weiten Trichter aus, dessen mit Alpwiesen bedeckte Wand aus Campiler und Seisser Schichten mit verworrener Lagerung besteht. Bald ziehen die Kalke herab und bilden allein die linke Thalwand. Das Thal ist in dieser Strecke eng und schluchtartig, von der Sohle bis hoch hinauf bewaldet, reich an Geröllen und frischen Quellen. Bei den Masi di Stava, wo das Thal sich mit verändertem Charakter nach Süden wendet, hat man wieder das Liegende der Kalke, die untere Trias, erreicht. Seisser und Campiler Schichten bilden von nun an mit vortrefflichen Entblössungen bis Tesero beide sanftgeneigte Thalwände. Links erheben sich darüber die Kalke des Cornazzi, rechts die kleine Kuppe des Cucal, ein übrig gebliebenes Fragment einer Kalkplatte. Bei Tesero erreicht man den rothen Sandstein. Er bildet hier in

einer grossen Strecke des Thales eine 100 Fuss hohe Terrasse mit ebener Oberfläche, auf der die Dörfer Tesero und Panchia liegen. Ueber dieser Stufe erheben sich die waldigen Bergwände, unter ihr dehnt sich das alluviale Culturland des Avisio aus. Auch am jenseitigen Abhang ist zunächst der Thalsohle Grödner Sandstein dem Porphyr angelagert. Am Abhang zwischen Tesero und Panchia soll nach Liebener *Gurkofian* vorkommen, mit Bändern und Schnüren von Brucit durchsetzt. An Handstücken konnte ich sehen, dass er mit Melaphyr vorkommt. Eine Analyse liegt noch nicht vor.

Thalboden von Predazzo. Mitten in dieser manchfaltig gestalteten Gebirgswelt, an der Vereinigung der beiden tiefen Thalspalten, welche ihn der Beobachtung erschliessen, liegt auf weitem und ebenem Thalboden Predazzo. Wenn man die Steilwandigkeit der Gehänge und ihr spaltenartiges Klaffen in Betracht zieht, so scheint es, dass die Spalten in grosse Tiefe niedersetzen und von dort aus mit Thalschutt erfüllt sind. Wie mächtig das ganze weitverzweigte Thalsystem zur Herbeischaffung von Schutt und Blöcken beiträgt, kann man am besten beurtheilen, wenn man die südlich der Stadt gelegenen Mauern betrachtet, welche die Feldmarken bilden. Sie bestehen aus lose aufgehäuften Blöcken, in denen man den petrographischen Reichthum von Fassa und Fleims in seiner ganzen Fülle erkennt. Es ist für den Geologen, nachdem er alle diese Gesteine an ihrer Lagerstätte kennen gelernt hat, einer der angenehmsten Genüsse, diese von der Natur selbst angelegte Sammlung zu mustern und das wirre Chaos wieder in Ordnung und Gesetzmässigkeit zurückzuführen. Von alten Terrassen ist wenig zu sehen, die Thalsohle ist im Gegentheil sehr eben und scheint sich mehr und mehr zu erhöhen, da der Avisio durch den engen Ausweg nicht das ganze Geröll mit hinwegführt. Der Boden ist sehr fruchtbar und die Cultur steht auf hoher Stufe.

Umgebung von Cavalese. Unterhalb der Mündung des Rivo di Stava in den Avisio ist die Manchfaltigkeit des Gebirgsbaues zu Ende. Im Norden hohe Porphyrgebirge, im Süden hohe Porphyrgebirge, in der Mitte die tiefe, flache Einsenkung des Avisio-Thales mit den sparsamen Resten einst mächtig gewesener Auflagerungen. Unterhalb Molina ist die politische Grenze des Gebietes von Fleims; die Grenze der Sedimente fällt genau mit ihr zusammen. Wie ich bereits bei der physikalischen Beschreibung zeigte, setzt die Thalsenkung mit ihrer breiten, flachen Gestalt noch bis Lavis fort; aber es ist dort nichts von Sedimenten mehr bekannt. Ich selbst habe diese Gegend nicht mehr besucht. Der Gebirgsbau in der nächsten Umgebung von Cavalese, Castello, Carano, Dajano und Varenna bis hinauf zum niedrigen Pass von San Lugano oder zu dem steilen Scheiderücken der Kugl und des Schwarzhorn ist so einfach und aus der Karte leicht verständlich, dass es kaum nöthig ist, ausführlicher darauf einzugehen. Die Grödner Sandsteine sind hier in ihren untersten Theilen tuffartig. Eine Eigenthümlichkeit der Gegend aber ist der weniger als im Norden variable Gesteinscharakter der unteren Trias. Es herrschen hier rothe Sandsteine in mehreren Niveaux, ein Verhältniss, welches auch im südlichsten Tyrol sehr ähnlich zu sein scheint. Der tiefste Horizont der Seisser Schichten ist reich an kleinen Gypslagern, die sich mehrfach in den tiefgefurchten Schründen beobachten lassen. Die Thalsohle der Alluvien nimmt in der Gegend von Cavalese sehr an Breite ab, die begrenzenden Wände werden steiler und treten näher zusammen, bis der Avisio in engem Bett strömt. Er bewahrt diesen Charakter bis zu seiner Mündung in die Etsch.

8. Umgebung von Paneveggio und Monte Bocche.

Die östliche Fortsetzung des unteren Fleims-Thales bildet eine breite und tiefe Mulde, welche die letzten Ausläufer des Lagorei-Gebirges von dem Bocche-Gebirge scheidet. Sie war gleich dem Thal von Cavalese zwischen diese beiden mächtigsten Quarzporphyr-Gebirge bereits seit den frühesten Zeiten eingesenkt, und zwar mit wenig veränderter Gestalt; denn die Grödner Sandsteine greifen von beiden Seiten weit in die Mulde hinein und bilden abgerissene Theile einst allgemeinerer Auflagerungen. Der Meeresarm, welcher während der ganzen Periode der älteren Trias und später während der Ablagerung des Schlern-Dolomits diese Mulde ausfüllte, trennte daher die Bocche-Insel vom nordöstlichen Ufer der grossen Cima d'Asta-Insel. Beide Inseln fallen gegen Osten ziemlich schnell in die Sedimente der älteren Trias ab und es scheint weiter östlich keine Fortsetzung dieses kleinen Archipelagus bestanden zu haben. Der gesammte Meeresboden ist in dieser Richtung mit Schichtgebilden erfüllt, welche in jenem Meeresarm entweder wegen Strömungen gar nicht abgelagert wurden, oder, was das Wahrscheinlichere ist, später zerstört und fortgeführt worden sind. Wie daher im Westen die Kalkgebirge der Margola und des Viesena als zwei getrennte Grenzpfeiler einer einst zusammenhängend gewesenen Masse sich vor das westliche Ende der Schlucht legen, so kommen auch aus dem Venetianischen her die Sedimente der älteren Trias bis an ihr östliches Ende; sie umgürten als eine zusammenhängende Decke von San Pelegrino bis Primiero und Val Sugana das Ostufer beider Inseln und sind zum grossen Theil noch von mächtigen Kalkmassen bedeckt, welche am östlichen Ende unserer Mulde einen hohen und wilden, vielgipfligen Riegel von der nördlichen nach der südlichen Insel bilden und so der Mulde im Osten einen Hintergrund schaffen, in welchem von allen Seiten die Gewässer zusammenfliessen und nach Westen dem Thalkessel von Predazzo zuströmen können. Dieses Gewässer ist der Travignolo, der in tiefe Waldeseinsamkeit gehüllte Hintergrund führt nach einer einzelnen romantisch gelegenen Kapelle und einem damit verbundenen Wirthshaus den Namen Paneveggio. Hoch ragt darüber das weisse, zackige Kalkgebirge an der Grenze gegen Venedig auf, ein fortlaufender, von Nord nach Süd gerichteter Höhenzug. Wo sich aus ihm der Lagorei-Zug hervorhebt, ist eine Einsattelung gebildet, über die ein Saumweg nach San Martino und Primiero führt. Ein anderer Saumweg führt von Paneveggio nordöstlich über den Venuggia-Pass nach Agordo und nördlich über die Alpe Guiribrutt und die Lastei di Cavia nach San Pelegrino. Es wird hier durch alle diese Umstände eine eigenthümlich individualisirte Landschaft geschaffen.

Geht man von Predazzo am Travignolo aufwärts gegen Paneveggio, so bleibt man in ebener Thalsohle, bis der Weg den Fluss verlässt und sich nach der kleinen Mulde der Alpe Bellamonte hinanwendet. Ein nagelfluthartiges Conglomerat erfüllt die Mulde und bildet ihren fruchtbaren Boden. Bereits oben wurde der Miocän-Versteinerung gedacht, welche Herr **Feuerstein** von hier mitgebracht hat. Am Rivo di Vallazza stehen die Grödner Sandsteinschichten in gut entblössten Wänden an, dann folgt Porphyr und damit Wald. Fleims besitzt noch die besten Wälder im ganzen südlichen Tyrol und weiss sich bisher durch vortreffliche Pflege einen immer guten Bestand zu erhalten. Die dunklen Fichtenwälder verbergen jedes Gestein, doch lassen die zahlreichen Blöcke und der Boden auf Quarzporphyr schliessen. Bei Paneveggio erreicht man einen Wiesenplan mitten im Walde. Der Weg theilt sich in der angegebenen Weise. Nach allen Richtungen führt er bald zu den schönsten Entblössungen der unteren Trias, meist in steilen Wänden, an denen das Wasser ununterbrochen neue Theilchen abspült und keine Vegetation aufkommen lässt. Besonders gilt dies von den Wänden bei Guiribrutt, wo die Schichten reich an Gypslagern sind und in barock ausgewaschenen Wänden anstehen. Hoch darüber

sieht man den mächtigen Kalkgrat mit seinen zahllosen Gipfeln ansteigen. Welchen Formationen diese Kalke angehören, konnte ich nicht entscheiden. Für die Karte wurden die Angaben der Herren Foetterle und Wolf benutzt.

So kommen wir endlich zur

9. Lagorei-Kette und dem Cima d'Asta-Stock,

dem mächtigen Schlussstein des Gebietes unserer Karte. Ich habe dieses vielversprechende und einer genauern Erforschung in hohem Grade würdige Gebiet nicht mehr besucht.

V. Geologische Entwickelungsgeschichte des Landes.

Wir wenden uns zu dem höchsten Problem geologischer Forschung, zur Darstellung der Entwickelungsgeschichte des kleinen Gebietes, welches der Gegenstand der vorliegenden Abhandlung ist. Die Zahl der durch Beobachtung festgestellten Thatsachen ist hinreichend, um mit einiger Sicherheit zu Werke gehen und, ohne von dem strengsten inductiven Verfahren abzuweichen, weitertragende Ergebnisse erlangen zu können. So kurz die Periode ist, in welche die Hauptphasen der geologischen Geschichte unseres Gebietes fallen, so manchfaltig sind die Gesichtspunkte, von denen sie sich betrachten lässt. Wie der Historiker, wenn er den Entwickelungsgang eines Volkes vollständig verstehen will, denselben von den verschiedensten Seiten untersuchen muss und nur durch Vergleichung der manchfaltigsten Elemente ein richtiges und klares Gesammtbild erhalten kann, so kann auch der Geolog nur durch Berücksichtigung aller Umstände, welche sich seiner Forschung bieten, den Zusammenhang und die Ursachen ihrer zeitlichen Veränderungen erkennen, sowie die Beziehungen, welche zwischen dem früheren und dem gegenwärtigen Zustand des Landes herrschen, und das Verhältniss zwischen dem engen Gebiet seiner Beobachtung und weiteren Theilen der Erdoberfläche. Selten trifft man in einem kleinen Gebiet so vielfache Momente, deren jedes einer geschichtlichen Betrachtung fähig ist, vereinigt wie in dem südöstlichen Tyrol. Jedes dieser Momente hat seine eigene Entwickelung und jedes erfordert von diesem Gesichtspunkt seine gesonderte Betrachtung. Nur dadurch wird es möglich sein, ihren inneren Zusammenhang und die Art und Weise zu erkennen, wie sie sich gegenseitig bedingen. Die eruptive Thätigkeit, die Aeusserung der unterirdisch wirkenden Kräfte durch Hebungen und Senkungen, der Niederschlag der Schichtgesteine, die Entwickelung der Faunen, die Zerstörung der Gesteine durch die Thätigkeit des Wassers — alles dies sind Momente, welche in der innigsten Wechselbeziehung stehen und von denen kaum eins ohne das andere gedacht werden kann. Es war uns bereits bei der geognostischen Beschreibung möglich, auf die Entwickelung einzelner derselben hinzuweisen; es ist nun noch übrig, die Resultate zusammenzufassen und von rein historischem Gesichtspunkt zu betrachten. Ich gehe dabei nur auf wenige Fragen ausführlicher ein; es wird sich dabei Gelegenheit bieten, auch die anderen kurz zu berühren.

A. Geschichte der Hebungen und Senkungen.

Wenn man bei der geognostischen Erforschung einer Gegend auf die Ursachen zurückgeht, welche die Gestalt der Gebirge, insbesondere die Störungen ihrer Schichtgesteine hervorriefen, so ist man leicht geneigt, zu grossartigen Katastrophen und plötzlichen Umgestaltungen seine Zuflucht zu nehmen, und es galt lange Zeit als ein Axiom, dass nur ausserordentliche und plötzlich wirkende Kräfte so ausserordentliche Veränderungen hervorgebracht haben können, wie wir sie täglich in jedem Gebirge beobachten. Zwar ist seit langer Zeit die Ueberzeugung herangereift und in der neuesten Zeit mit mathematischer

Schärfe als Lehrsatz festgestellt worden, dass zu allen Zeiten dieselbe Kraftsumme auf der Erde wirkte; allein man nahm ungewöhnlich heftige Aeusserungen derselben in Einer Richtung oder die plötzliche Ueberwindung eines bedeutenden Widerstandes durch allmälige und langsame Ansammlung von Kraft als das geeignetste Mittel zur Erklärung der Störungen im Gebirgsbau an. Auf dem kleinen Gebiet des südöstlichen Tyrols fanden diese Ansichten ganz besonders ein fruchtbares Feld. Es ist bekannt, dass **L. v. Buch** auf Grund des Gebirgsbaues in diesem Land durch Vergleichung mit anderen Gegenden zu dem kühnen Schluss gelangte, dass die quarzführenden Porphyre Continente gehoben, die schwarzen Porphyre aber die Hebung der Alpenkette und der meisten bekannten Gebirge bewirkt haben. **Lyell** war einer der Ersten, welche der Annahme so heftiger und plötzlicher Vorgänge mit Entschiedenheit entgegentraten; er zeigte, dass eine geringere, durch lange Zeiten fortdauernde Kraftäusserung dieselben Wirkungen hervorbringen könne, und suchte diese Auffassung in dem weitesten Massstabe geltend zu machen. Allein so sehr sie für vielerlei geologische Vorgänge gerechtfertigt erschien, so entschieden trat man ihr in Hinsicht auf die Gestaltung der Gebirgsketten entgegen. Süd-Tyrol insbesondere blieb fortan ein Schauplatz für die Theorien heftiger und plötzlicher Katastrophen, und selbst Gebirgsmassen, die bis heute vollständig in ihrer ursprünglichen Lagerungsform ungestört geblieben sind, wie das Pordoi-Gebirge, glaubte man durch die mächtigsten Umwälzungen in ihre gegenwärtige Lage gebracht. Allein es scheint, dass mehr und mehr die Rolle, welche die säcularen Hebungen und Senkungen vom Anfang der Entwickelungsgeschichte der Erde an bis jetzt gespielt haben, sich geltend machen wird. Vergleicht man alle Angaben, welche über die Veränderung der Küsten von Europa in der letzten vorhistorischen und während der historischen Zeit vorhanden sind, so findet man, dass es mit Ausnahme gewisser veränderlicher Axen keinen Punkt an den Küsten und wahrscheinlich noch weniger im Innern dieses Continents gibt, welcher in Ruhe ist und während dieser ganzen Zeit gewesen ist. Dasselbe gilt für alle bisher untersuchten Küsten anderer Welttheile, für Inseln und hervorragende Theile des Meeresbodens. Ueberall findet in grossem Massstab angeordnet eine ununterbrochene Niveauveränderung durch Hebung oder Senkung statt, und die Wirkung der Kräfte, welche dieser Erscheinung zu Grunde liegen, ist selbst wieder fortwährenden Schwankungen unterworfen. Die Umgestaltungen, welche allein in der kurzen Zeit seit dem Auftreten des Menschen dadurch in der Gestalt der Küsten hervorgebracht wurden, sind wahrhaft überraschend, und man müsste schon aus diesen Wirkungen und aus der ununterbrochenen Aeusserung der Kraft den Schluss ziehen, dass in früheren Perioden der Geschichte der Erde dieselben eine bedeutende Rolle gespielt haben müssen. Noch liegen überaus wenige Untersuchungen in dieser Richtung vor und sie betreffen mehr muldenförmige, ungestörte Ablagerungen oder die Abschliessung und Verbindung grosser Meeresbecken. **Hébert's** Beobachtungen über die früheren Hebungen und Senkungen im Pariser Becken sind bekannt. In neuerer Zeit hat **Suess** sie in ähnlicher umfassender Art über die Juraperiode ausgeführt, **Beyrich** über die Tertiärablagerungen in Nord-Deutschland. Auch über die früheren Hebungen und Senkungen in anderen Gegenden liegen bereits zerstreute Beobachtungen vor. Allein sie betreffen meist jüngere Perioden und Gegenden ohne örtliche Verwerfungen, örtliche Auftreibungen und andere derartige Störungen, welche man als Hauptbeweise für plötzlich und heftig wirkende Kräfte anzusehen pflegt.

Für die Alpen fehlen noch gänzlich dergleichen Untersuchungen, welche wir hier zur Vergleichung benutzen könnten. Fasst man den Bau dieses Gebirges ins Auge, so begegnet man hier auf jedem Schritt Ueberstürzungen, Ueberschiebungen, Verwerfungen und andern Erscheinungen, welche auf plötzliche Hebungen schliessen lassen, und es ist bekannt, wie man der Gestaltung dieses Gebirges ganz besonders heftige Katastrophen zu Grunde legte, wie ihm gleich jedem anderen bestimmte Hebungsepochen angewiesen wurden, in denen allein es seine Gestalt durch kurz dauernde Hebungen erhalten haben sollte;

dazwischen sollen Perioden der Ruhe fallen, in denen die hebende Kraft, in ihrer Richtung modificirt, sich in anderen Theilen der Erdrinde geäussert habe. Es ist hier nicht der Ort, auf diese Frage in Betreff des ganzen Alpengebirges näher einzugehen, da sie nur durch die sorgfältigste Prüfung des Schichtenbaues in einzelnen Theilen gelöst werden kann. Doch werde ich an einem andern Ort wenigstens für einen Theil, für die Kalk-Alpen von Nord-Tyrol und Vorarlberg, nachzuweisen suchen, dass alle Faltungen, Ueberschiebungen, Verwerfungen und sonstigen Umgestaltungen des Schichtenbaues sich auf säculare Hebungen und Senkungen zurückführen lassen, welche lange vor Ablagerung der ersten Sedimente begannen und bis heute ununterbrochen fortgedauert haben, nur in ihrer Intensität und in der Richtung der Axen Veränderungen unterworfen. Nie braucht man dort heftige Ereignisse zur Erklärung zu Hülfe zu nehmen. Süd-Tyrol ist das an vulcanischen Erscheinungen reichste Gebiet der Alpen und man müsste hier die heftigsten Katastrophen erwarten. Dennoch wird sich für dasselbe nachweisen lassen, dass nur ein einziges Mal eine sicher nachweisbare heftige Dislocation stattgefunden hat, welche der vulcanischen Thätigkeit unmittelbar voranging. Alle anderen Umgestaltungen lassen sich auf säculare Hebungen und Senkungen zurückführen. Wenn uns aber die Betrachtung des am meisten vulcanischen Gebietes der Alpen während seiner bewegtesten Periode zu diesem Resultat führt, so dürfen wir abermals den Rückschluss machen, dass in dem gesammten Alpengebirge die heftigen Katastrophen eine sehr untergeordnete Rolle spielten und wol stets nur in einem sehr kleinen Gebiet wirkten.

Prüfen wir, ehe wir an die Lösung der Aufgabe gehen, die Mittel, durch welche es möglich wird, in unserer Zeit die in früheren Perioden geschehenen langsamen Niveauveränderungen nachzuweisen, so weit sie für Süd-Tyrol in Anwendung kommen können.

Die Zeichen einer periodischen Senkung werden sich besonders durch das mit der Reihenfolge der Niederschläge gleichmässige Vorschreiten der Ufergebilde nach den höheren Theilen der Küstengebirge zu erkennen geben. Wo Strandfaunen ausgebildet sind, wird dieses Verhältniss mit besonderer Klarheit hervortreten. Da sie aber meist fehlen, so muss fast stets die Anlagerung der Schichten an dem Meeresboden allein entscheiden. Wenn wir daher zum Beispiel den Grödner Sandstein nur bis zu einer gewissen Höhe an allen Porphyrgehängen finden, während die Seisser Schichten sich höher hinanziehen und die Campiler Schichten noch weiter hinaufreichen und kleine, von den früheren Niederschlägen unbedeckte Kuppen überziehen, so werden wir mit grosser Wahrscheinlichkeit eine allmälige Senkung während dieser drei Perioden annehmen müssen. Denn wenn das Meer bereits zu Anfang dasselbe Niveau gehabt hätte wie bei der Ablagerung der Campiler Schichten, so müssten sich wenigstens an den flachen Gehängen dünne Lagen von Grödner Sandstein unter den höheren Gliedern herabziehen. Natürlich gilt dies nur für Abhänge von sehr geringer Neigung, welche als Ufer dienten, da bei bedeutenderem Neigungswinkel keine Ablagerungen stattfinden.

Ein zweites Zeichen allmäliger Senkung werden gewisse Thierarten geben, welche an bestimmte Meerestiefen gebunden und von einem mächtigeren Schichtencomplex aus der nächsten Periode bedeckt sind, als jene Tiefe beträgt. Die Schicht muss sich alsdann aus der geringen Tiefe, in der jene Thierform lebt, bis in die grössere hinabgesenkt haben. Vor allen werden riffbauende Korallen, besonders wenn die Riffe eine Mächtigkeit von mehreren tausend Fuss erreichen, einen wichtigen Fingerzeig geben.

Schwieriger sind die Zeichen einer säcularen Hebung zu beobachten. Die Strandlinien werden sich zwar mehr und mehr vom höchsten Uferrande entfernen und die an den Rändern des Beckens auftretenden Gesteine in grösserer Tiefe anstehen als diejenigen Niederschläge, welche in einiger Entfernung vom Rande beginnen. Allein dieses Verhalten lässt sich wegen der späteren Veränderungen der Oberfläche

durch Auswaschung und Verwitterung, insbesondere bei älteren Formationen, selten deutlich erkennen und es bleibt in den meisten Fällen nur die Vergleichung der äussersten Grenzen eines jeden Gesteins übrig, um dann den Schluss auf die Verbreitungsbezirke derselben zu gründen.

Plötzliche Hebungen lassen sich weit leichter erkennen. Denn wenn eine regelmässig abgelagerte Schichtenfolge sich in einer sehr gestörten Lagerungsform befindet und dasjenige Glied, welches dem letzten jenes Systems unmittelbar folgt, den Oberflächenformen des älteren Schichtgebirges söhlig angelagert ist, so muss die Dislocation eine heftige gewesen sein.

Wenden wir dies auf das südöstliche Tyrol an, so ergibt sich hier eine Reihe verschiedener Perioden der Hebung und Senkung. Bei der speciellen Betrachtung des Gebirgsbaues haben wir schon die meisten derselben angedeutet; wir haben sie jetzt nur noch zu einem Gesammtbild zusammenzufassen.

Wir reihen die Ereignisse chronologisch an.

1. Periode des Festlandes.

Vor der Triasperiode war Süd-Tyrol durch lange Zeit Festland. Denn es finden sich keine Niederschläge, welche mit Bestimmtheit auf eine ältere Formation hinweisen würden. Das Alter des *Thonglimmerschiefers* lässt sich durch keine bisher bekannten Mittel feststellen und es sind aus keiner bestimmbaren Formation in den Süd-Alpen bisher ähnliche Gesteine nachgewiesen worden. Wahrscheinlich sind sie älter als die Grauwacken-Formation, doch gehören sie vielleicht auch dieser selbst an. Nach ihrem Niederschlag bildeten sie die Oberfläche eines Festlandes und waren durch lange Perioden der Zerstörung durch Tagewässer und die von der Centralkette herabkommenden Flüsse ausgesetzt. Es bildete sich dadurch schon damals eine der heutigen ähnliche Oberflächengestalt, wie durch die Form der Grundlage des Grödner Sandsteins an vielen der im Vorigen beschriebenen Stellen deutlich erwiesen wird. Hebungen und Senkungen aus dieser Periode lassen sich natürlich nicht nachweisen, da ihr Einfluss auf das Festland nicht mehr ersichtlich ist.

2. Erste Meeresbedeckung.

Auch die Art und Weise der Senkung, wodurch das Schieferland zum ersten Mal Meeresboden wurde, lässt sich noch nicht erkennen. Es ist möglich und wahrscheinlich, dass sie plötzlich geschah, da bei einem langsamen Sinken doch in tiefen Auswaschungen Ablagerungen zum Vorschein kommen müssten, welche der Trias unmittelbar vorangehen. Solche finden sich aber nirgends. Die *Gailthaler Schichten*, von denen ein Theil als dem Bergkalk äquivalent bekannt ist, reichen von Osten her bis nach Innichen im Puster-Thal. Zwischen ihnen und Triasgebilden ist nichts bekannt. Allein selbst wenn der oberste Theil des Systems den in der Reihe fehlenden Formationen angehören sollte, würde der schnelle Uebergang von der beschränkten Verbreitung der Gailthaler Schichten zu der allgemeinen Meeresbedeckung zur Zeit der Ablagerung des Grödner Sandsteins auf eine plötzliche Senkung am Beginn der Triasperiode hinweisen. Ein zweiter Grund, welcher für die kurze Dauer des Vorgangs spricht, ist die Eruption der *Quarzporphyre*. Die ersten Ausbrüche dieser Gesteine fanden auf dem Festland statt. Sie mögen die plötzliche Senkung zur Folge gehabt haben; denn mit einem Mal sehen wir spätere Ausbrüche von mächtigen Tuffablagerungen begleitet, und aus dem Material des jüngsten Quarzporphyrs, welcher als Decke die älteren Tuffe überlagerte und bis an die höheren Theile der älteren, tufffreien Porphyre heranreichte, entwickeln sich allmälig die Grödner Sandsteine. Ob aber diese wahrscheinlich plötzliche Senkung mit irgend welchen Zerreissungen und Verwerfungen verbunden gewesen sei, lässt sich in keiner Weise sicher entscheiden.

Die erste Thatsache, welche uns in Beziehung auf das Niveauverhältniss zwischen Land und Meer mit Sicherheit entgegentritt, sind die untermeerischen, mit Tuffablagerungen verbundenen Eruptionen des Quarzporphyrs und die Meeresbedeckung zur Zeit der Bildung des Grödner Sandsteins, dessen Schichten wir früher als die Sedimentärtuffe des Quarzporphyrs erklärten. Dieses Meer bedeckte grosse Strecken im Osten und Westen und war nach beiden Richtungen offen. In Süd-Tyrol hatte es sein westliches Ufer an der oft erwähnten gradgestreckten Grenzlinie Storo-Meran, längs dem von den Oetzthaler Gebirgen nach dem Adamello sich erstreckenden Zug der krystallinischen Central-Alpen. Der Adamello sandte ein hohes Vorgebirge in das Meer aus, dessen Ufer nach dem Lombardischen fortsetzte und hier von Ost nach West gerichtet war. Ausserdem erstreckte sich aber in Süd-Tyrol noch ein breiter Ausläufer von der Centralkette aus in das Meer und endete mit dem mächtigen Gebirgsstock der Cima d'Asta. Dieser aus Thonglimmerschiefer bestehende, an seinem Südende von Granit, in seinem mittleren Theil von Quarzporphyr durchbrochene und bedeckte Ausläufer wurde in seinen tieferen Theilen vom Meer überfluthet, so dass das Gebirge der Cima d'Asta und der Zug der Cima di Lagorei schon damals eine grosse und hohe Insel bildeten. In das nördliche Thonglimmerschiefer-Gebiet griff das Meer in zahlreichen Buchten ein und liess nur einzelne flache Rücken unbedeckt, die als Schären in das Meer ragten. Das Quarzporphyr-Plateau war in allen Theilen von mittlerer und geringerer Höhe gleichfalls vom Meer bedeckt, während höhere Theile, wie das ältere Porphyrgebirge zwischen Welschnovner und Tierser Thal, der Zug des Zangenberges, Schwarzhorn, Pass del Gaso u. s. w., inselförmig daraus hervorragten. Die Ufer des so begrenzten Meeres lassen sich überall auf das Deutlichste erkennen, wiewol die Uferlinien durch die ungleiche Wirkung späterer Hebungen in verschiedene Höhen gelangt sind. Man muss die Grenzen in kleinen Gebieten verfolgen und findet sie dann allemal in ihrer relativen Lage zur Gesammtablagerung und zu den hervorragendern älteren Gebirgen. So ist zum Beispiel die grosse, flache Einsenkung des Plateau's zwischen dem Welschnovner und Schwarzhorn-Gebirge mit rothem Sandstein erfüllt und beiderseits keilt sich derselbe an den Gehängen aus, südlich am Lavacé und unter dem Joch Grimm, nördlich am Medel-Berg. In ähnlicher Weise keilt sich der rothe Sandstein nördlich vom Welschnovner Gebirge bei Tiers aus. Im Vilnöss erfüllt der Sandstein die Tiefe zwischen den beiden begrenzenden Gebirgszügen und reicht über die Einsenkungen der letztern, aber ihre höheren Theile lässt er unbedeckt. Bei Theiss und Auf den Ritten bedeckt er das Plateau und keilt sich an den höheren Gehängen, dort am Thonglimmerschiefer, hier am Porphyr, aus. — So lässt sich das nördliche wie das südliche Ufer und die Inseln des ersten Triasmeeres mit grosser Sicherheit angeben und in jedem einzelnen Theile des Meeres das relative Niveau, bis zu welchem das Wasser hinanreichte.

3. Erste Periode der langsamen Senkung.

Vielleicht senkte sich das Land schon allmälig während der Ablagerung des *Grödner Sandsteins*, doch lässt sich dies nicht mit Sicherheit erweisen. Mit um so grösserer Bestimmtheit ist dies während der nächstfolgenden Perioden bis zum Ende der älteren Trias geschehen. Die Lagerung der *Seisser*, *Campiler* und *Mendola-Schichten* gegen den Grödner Sandstein, besonders das gegenseitige Verhältniss der Ufergebilde, beweist dies auf das Deutlichste. Am Joch Grimm, Monte Cucal, im Val di Stava, am Sattel-Jöchl, Medel-Berg, bei Tiers und an unzähligen anderen Orten finden sich Beispiele, wie jede höhere Schicht mit sanfter Neigung an den Abhang herantritt und sich über der vorhergehenden auskeilt, um selbst wieder einer anderen den nächst höheren Theil des Ufers zu überlassen. An steilen Abhängen würde dieses Verhältniss nichts beweisen. allein es findet sich ebenso bei

der flachsten Neigung. Am Joch Grimm haben spätere Zerstörungen des Gesteins die ganze Schichtenfolge bis zum Quarzporphyr entblösst. Die Ablagerung geschah hier an einem sanftgeneigten Abhang. Der Grödner Sandstein hält sich in der Tiefe von Weissenstein und reicht mit beinahe söhligen Schichten an den Porphyr heran; dort sieht man ihn an den Durchschnitten der Begrenzungsfläche ein wenig, aber nur unbedeutend sich am Abhang hinanziehen und dann verschwinden. Mit jeder höheren Schicht des überaus mächtigen Systems, welches hierauf folgt, findet dasselbe statt, bis endlich der Mendola-Dolomit als kleine, prallig abgebrochene Bank die höchste Höhe bildet; sie ist mit einem Theil der liegenden Schichten zunächst dem Porphyr weggewaschen und darum ragt das Joch Grimm so frei über das Plateau hervor.

Was die Betrachtung der Lagerungsverhältnisse lehrt, das wird durch die petrographische Beschaffenheit der Schichten bestätigt. Hätte nämlich von Anfang an das Meer eine solche Tiefe gehabt, dass alle Schichten, welche wir als ältere Trias zusammenfassten, sich darin hätten ablagern können, so müsste dieselbe im Durchschnitt wenigstens 2000 Fuss betragen haben, denn diese Mächtigkeit erreicht die ältere Trias meist, wo sie bis zu den tiefsten Schichten entwickelt ist. Allein eine so bedeutende Meerestiefe ist durch die Art der Gesteine der älteren Trias keineswegs wahrscheinlich. Zwar geben die Grödner Sandsteine als ein secundäres Product der Porphyre gar keinen Beweis, aber schon die mergelig-sandigen Gesteine der Seisser Schichten weisen viel mehr auf ein seichtes Meer als auf eine so bedeutende Tiefe hin. Nur in einzelnen Gegenden, wo diese Schichten auch jetzt noch in verhältnissmässig bedeutender Tiefe lagern, erscheinen die Gesteine als Niederschläge eines weniger seichten Meeres. Es waren dies Senkungen des Meeresbodens, welche von der früheren Reliefform des Landes herrührten und wo die Grödner Sandsteine noch nicht die Ungleichheit auszuebnen vermocht hatten. Die Seisser Schichten treten in solchen Theilen in aussergewöhnlicher Mächtigkeit und mit Gesteinen auf, welche den in anderen Gegenden herrschenden nicht entsprechen. Hieher gehört die Umgegend von Sanct Martin und Campil im unteren Enneberg, wo diese Niederschläge eines tiefen Meeres auf einen kleinen Raum beschränkt sind und nach Osten und Westen, wo der alte Meeresboden des Thonglimmerschiefer-Gebirges ansteigt, verschwinden. Natürlich ist zu erwarten, dass nach Südost gegen das offene Meer hin solche geologische Ablagerungen in den Seisser Schichten überhand nehmen werden. Es würde mit unserer Annahme einer allmäligen Senkung in vollem Einklang stehen, wenn man dort die Schichten von Seiss durch eine Folge reiner Kalk- und Sandsteine vertreten fände.

Der petrographische Charakter der Campiler Schichten weist in noch weit höherem Grade als der der Schichten von Seiss auf eine geringe Tiefe des Meeres hin. Die dünnschiefrigen, theils reinen, theils sandigen Mergel und die Sandsteine dieser Formation deuten auf ein nahe gelegenes Ufer, auf ein wenig bewegtes Meer und auf grosse Seichtigkeit. In grösserer Entfernung vom Ufer nimmt der Kalkgehalt zu und scheint eine Steigerung der Tiefe anzuzeigen. Von besonderer Wichtigkeit für unsere weiteren Schlussfolgerungen ist die *grobe Conglomeratbank,* mit der die Campiler Schichten in allen Uferregionen schliessen. Ihre Beschaffenheit und ihre weite Verbreitung zeugt von einer heftigen Katastrophe, welche die ganze Gegend gleichzeitig und in gleichem Masse betraf. Was dabei so heftige Zertrümmerungen der vorhandenen Gesteine veranlasste, lässt sich nicht mehr genau bestimmen; allein es ist sehr wahrscheinlich, dass mit dem Ereigniss eine plötzliche Niveauveränderung, wie sie noch in unserer Zeit durch heftige Erdbeben verursacht wird, eingetreten ist. Die Periode der langsamen Senkung erlitt hier eine kleine Unterbrechung durch ein plötzlich schnelleres Sinken des Meeresbodens. Diese Katastrophe trennte die Ablagerungen der unteren von denen der oberen Trias und muss wegen der Allgemeinheit dieser Trennung im ganzen Alpengebirge eine sehr weite Verbreitung gehabt haben. So unbedeutend

sie in Süd-Tyrol war, scheint sie doch das wichtigste und verbreitetste Ereigniss während der ganzen Triasperiode. In unserem Gebiet äusserte sie sich, wie erwähnt, als eine plötzlich beschleunigte Senkung, so dass den seichten Meeresablagerungen mit einem Mal ein Ende gemacht wurde. Allein es geschah dabei nicht die geringste Schichtenstörung oder Verwerfung, sondern die ganze Gegend senkte sich gleichmässig und die neuen Niederschläge lagerten sich gleichmässig auf die früheren.

So weisen die obersten Conglomerate der Campiler Schichten und die plötzlich veränderten Niederschläge auf ein und dasselbe Ereigniss hin und erklären sich gegenseitig. Die Virgloria-Kalke gehören entschieden einem ungleich tieferen Meere an als die Strandablagerungen der Campiler Schichten. Dass während ihrer Periode die langsame Senkung ihren weiteren Verlauf nahm, ist eine willkürliche Annahme, welche sich nicht beweisen lässt und nur aus der Gleichförmigkeit dieser säcularen Bewegung durch die ganze Periode der älteren Trias abgeleitet ist. Statt des Kalkes stellt sich allmälig Dolomit ein, und zwar zelliger, krystallinischer, weisser Dolomit, der genau dem des Schlern entspricht. Da wir für den letzteren die Entstehung durch den Riffbau von Korallen in Anspruch nehmen, so müssten wir dies auch für den Mendola-Dolomit folgern. Allein so viele Belege sich für diese Entstehungsart in Betreff des höheren Dolomites beibringen lassen, so sehr fehlt es für diesen tieferen an bestimmten Beweisen. Nur die Analogie würde für ihn die gleiche Annahme rechtfertigen, sowie der Umstand, dass nichts gegen sie spricht. Die Continuität der Dolomitbank ist keineswegs ein Beweis dagegen, da man Korallenriffe von dieser Ausdehnung kennt; die bedeutende Zunahme der Mächtigkeit gegen Süden und Westen aber spricht vielmehr dafür, da eine Ungleichheit im Aufbau Regel ist.

Eine dritte, wenngleich schwächere, Reihe von Beweisen für die säculare Senkung unseres Gebietes während der Periode der älteren Trias gibt der Charakter der Faunen. Die untersten Schichtencomplexe sind zu arm daran und die ersten thierischen Reste zu undeutlich, um sichere Belege zu liefern; auch kennt man die Gesetze der Verbreitung der Gattungen nach den Meerestiefen noch zu wenig, um sie für frühere Perioden in der Geschichte der Erde in Anwendung zu bringen, sobald es sich um geringe Tiefenunterschiede handelt. Denn so vortreffliche Untersuchungen auch von **Forbes**, **Sars**, **Audouin** und **Milne Edwards**, **Oersted** und Anderen in den verschiedensten Meeren über diesen Gegenstand ausgeführt wurden, geben sie doch bis jetzt ein klares Bild nur für die Verbreitung der jetzt lebenden Arten nach den Tiefenverhältnissen, während man noch nicht einmal für die Gattungen bestimmte Gesetze aufstellen kann. Indessen gestattet doch die Fauna der älteren Trias einige Schlüsse.

Der Grödner Sandstein kann als versteinerungsleer hier nicht in Betracht kommen. Erst während der Ablagerung der Seisser Schichten beginnt in dem Meer von Süd-Tyrol allmälig eine Fauna sich zu entwickeln und *Posidonomya Clarai* ist ihr erster Vertreter. Es ist eine gesellig lebende Bivalve, welche sich in schlammigem, etwas sandigem Boden aufhielt, einzelne Schichten allein erfüllt und später in Begleitung von andern Bivalven erscheint. Der Complex, durch welchen die Muschel hindurchgeht, ist in den meisten Fällen 600 bis 800 Fuss mächtig. Hätte er sich in einem Meer mit stets gleicher Wasserhöhe abgelagert, so hätte die Muschel einen Unterschied in der Tiefe von wenigstens 600 Fuss ertragen müssen. Dies ist allerdings kein unerhörter Fall. Die Zusammenstellungen von **Edward Forbes** und **Broderip** erweisen, dass einzelne Molluskenarten eine Zone von solcher Ausdehnung bewohnen. Allein dann erreichen sie den Höhepunkt ihrer Entwickelung in dem mittleren Theil dieser Zone und verschwinden nach oben und nach unten durch allmälige Abnahme. Es müssten also, wenn die Seisser Schichten in einem stets in gleichem Niveau befindlichen Meer abgelagert worden wären, die Schalen der *Posidonomya Clarai* in einem bestimmten Niveau in grösster Masse abgelagert sein, nach oben und unten aber allmälig an Zahl abnehmen. Dieses Culminationsniveau müsste nahe dem Ufer in geringerer Höhe über dem

ursprünglichen Meeresboden, mithin in tieferen Schichten, sein, als in den vom Ufer entfernteren, tieferen Stellen des Meeres. Allein dies findet keineswegs statt, sondern die Muschel ist an einem und demselben Ort, zum Beispiel im Pufler Bach an der Seisser Alp, in den tiefsten und den höchsten Schichten in grösster Menge angehäuft und verschwindet gegen den mittleren Theil der Sedimente. Wir dürfen daher annehmen, dass die untersten und obersten Schichten des 600 Fuss mächtigen Complexes der Seisser Schichten sich in ungefähr gleicher Tiefe unter der Meeresfläche ablagerten, das heisst, dass inzwischen eine Senkung von ungefähr 600 Fuss eingetreten war.

Die Fauna der Campiler Schichten zeigt am deutlichsten die Unterschiede einer Strandfauna von einer pelagischen. Wir haben dies früher durch eine kurze Zusammenstellung der Hauptfundorte der Versteinerungen zu beweisen gesucht. Es dürfte sich daraus mit einiger Sicherheit die Zunahme der Tiefe von den Rändern des Meeres gegen die Mitte hin ergeben. Noch während der Ablagerung der Conglomerate wurden zahllose Schalthiere mit Algen in dünneren Zwischenschichten begraben, wie an den Lagoschell-Häusern bei Campil: sie deuten darauf hin, dass noch zu Ende der Periode das Meer in diesen Gegenden seicht war. Um so auffallender muss es erscheinen, unmittelbar nachher mit der Veränderung des Niederschlags die bisherige Fauna spurlos verschwinden und an ihrer Stelle Formen auftreten zu sehen, die einer grösseren Tiefe entsprechen. Brachiopoden und Crinoideen erscheinen in den Virgloria-Kalken an der Stelle von Gastropoden und Lamellibranchiaten.

So ergibt es sich aus der vereinten Betrachtung der Lagerungsverhältnisse, des petrographischen Charakters der Schichten und ihrer Faunen mit grosser Klarheit, dass von Anfang der Triasperiode in Süd-Tyrol bis zu Ende der Ablagerung des Mendola-Dolomits eine allmälige Senkung in unserem ganzen Gebiet stattfand, welche nur einmal, an der Grenze zwischen der unteren und oberen Trias, durch ein schnelleres, wahrscheinlich plötzliches, Sinken unterbrochen wurde. Da aber dieses Ereigniss nach Art der Senkung bei heftigen Erdbeben über das ganze Gebiet vollkommen gleichmässig und ohne irgend welche Schichtenstörung geschah, so kann es nicht unter die heftigen, gestaltenden Katastrophen gestellt werden. — Die Folge dieser gesammten säcularen Bewegung ist jene ungestörte Gleichmässigkeit der Schichtung, welche wir in allen Theilen des Gebietes durch die ganze Folge beobachteten. Nirgends sind Spuren einer antiklinen Schichtenstellung, der Verwerfung oder Neigung der tieferen Glieder vor Ablagerung eines höheren oder überhaupt irgend einer Störung, welche nicht die ganze Formationsreihe betroffen hätte. Diese Gleichmässigkeit der Verhältnisse war es, welche uns veranlasste, behufs der deutlicheren Beschreibung der Lagerungsverhältnisse und mit alleiniger Geltung für unser beschränktes Gebiet die Schichtenreihe vom Grödner Sandstein bis zum Mendola-Dolomit als die ältere Trias im Gegensatz zur jüngeren Trias, welche alle weiteren Schichten umfasst, zu unterscheiden.

4. Epoche der plötzlichen Hebung und Schichtenverwerfung.

Plötzlich wird die regelmässige Ablagerung der älteren Trias abgebrochen. Schicht auf Schicht hatte sich bisher ungestört während der fortdauernden Senkung gehäuft und weite Flächen bedeckt, aber schon der nächste Niederschlag ist in seiner Verbreitung beschränkt, und wo er vorhanden ist, lagert er auf einem unebenen Meeresboden; er eröffnet eine lange Reihe weiterer Ablagerungen, welche die Unebenheiten des zu einem Gebirgsland umgestalteten Meeresbodens auszugleichen suchen und in ihrer Verbreitung und Lagerung wesentlich von den Oberflächenverhältnissen der älteren Trias abhängig sind.

Zwei Erscheinungen sind es, die wir näher zu betrachten haben: die plötzliche Beschränkung der Meeresbedeckung, mithin die Hebung des ganzen Landes einerseits, die Zerreissungen und Verwerfungen

des älteren Schichtensystems andererseits und die dadurch bedingte Reliefform des Meeresbodens. — Die Veränderung der Meeresküsten lässt sich leicht verfolgen. Bereits in der Periode der Ablagerung des Grödner Sandsteins wurde das Porphyrplateau vom Meer überspült. Von beiden Seiten reichte dasselbe über die niederen Stellen und liess alle höheren Theile unbedeckt. Die Senkung während der Periode der älteren Trias musste natürlich die Ausdehnung der Meeresbedeckung bedeutend vermehren. Es reichte nun an allen Abhängen höher hinan und überspülte ganze Höhenzüge, welche früher inselförmig daraus hervorgeragt hatten. Es lässt sich durch die Untersuchung der Veränderungen, welche die Reliefform des Landes durch die Thätigkeit des Wassers erlitten hat, leicht nachweisen, dass früher eine zusammenhängende Decke von Sedimenten sich über den grössten Theil des Porphyrplateau's ausdehnte und die Schichtgebirge des südöstlichen mit denen des südwestlichen Tyrols verband. Der Mendola-Dolomit bildete das oberste Glied der Decke und ist noch in einzelnen isolirten Theilen mit seinem Liegenden, zuweilen auch das letztere allein, übrig geblieben. Im Süden erhob sich die grosse Insel der Cima d'Asta mit der Cima di Lagorei-Kette. Der Nordabhang der letzteren war beinahe bis Paneveggio das Ufer des Meeres, von dort an zog es sich gegen Süden um die Insel herum. Parallel diesem Ufer waren im Norden zwei Inseln, deren eine durch Schwarzhorn und Zangenberg, die andere durch den Monte Bocche und Monte Aloch gebildet war. Mit Ausnahme dieser beiden Inseln, von denen die Existenz der ersteren zu Ende der Periode der älteren Trias nicht einmal vollkommen sicher ist, breitete sich das Meer ohne Unterbrechung vom Lagorei-Gebirge bis zum Rittner Horn aus und scheint in vielen Buchten in diese hohen nördlichen Gebirge eingegriffen zu haben. Hätten ausserdem noch mehr Inseln über das damalige Meer hervorgeragt, so müssten sie später ganz zerstört und fortgeführt worden sein, was sich aber nicht annehmen lässt. Gegenwärtig findet man keine Spur davon. Die Grenzen der letzten grossen Meeresbedeckung lassen sich ebenso genau nachweisen wie die allmälige Erweiterung derselben von der Zeit des Grödner Sandsteins an.

Von diesen weiten Ufern wird nun das Meer plötzlich bedeutend eingeengt; denn schon die Buchensteiner Kalke haben, wie oben bemerkt, einen ungleich kleineren Verbreitungsbezirk. Das gesammte Land zwischen der Lagorei-Kette, dem Monte Bocche und dem Rittner Horn wird Festland und somit die Verbindung des Alpengebirges mit der Cima d'Asta wieder hergestellt. Das gesammte Gebiet unseres Porphyrplateau's mit der Gegend von Predazzo und Moëna war mit einer einzigen unfruchtbaren Dolomitplatte bedeckt, welche nördlich an Porphyr und Thonglimmerschiefer, südlich nur an Porphyr reichte und sich nach Osten und Westen in das Meer hinabsenkte. In Westen war wahrscheinlich das letztere sehr weit entfernt, denn man findet weithin keine Schichten, welche dem Niveau zwischen Mendola- und Schlern-Dolomit entsprechen. In Osten jedoch war das Meeresufer nahe; es umzog einen grossen Busen, der sich von Südosten hereinerstreckte, und war von Mendola-Dolomit gebildet. Ich habe bereits an einer anderen Stelle versucht, die Umrisse des Meeresufers beim Eintritt der Periode der jüngeren Trias zu zeichnen; es fand sich besonders dort deutlich, wo durch eine Dolomitbedeckung die ersten Ablagerungen und die Ufergesteine erhalten sind. Von der Burg Hauenstein lässt sich das Ufer unter dem Schlern und den Rosszähnen hinweg nach dem Antermoja-See und Collvodoi-Berg verfolgen. Hier verändert es plötzlich ganz und gar seine Richtung, indem es nach Süden umbiegt und in grossem Bogen durch das Val di Monzoni, unter dem Campo Ziegelau und dem Monte Colatsch hinwegzieht. Hier biegt es abermals um und wendet sich über den Fedaja-See nach dem Venetianischen. In Norden scheint es sich in einem dem Steilrand der Seisser Alp ungefähr parallelen Bogen von der Burg Hauenstein nach dem Col delle Pierres erstreckt zu haben. In diesem ganzen Theil ist durch spätere Zerstörungen die ältere Trias mit den bedeckenden Uferniederschlägen

fortgeführt worden und erst unter dem Col delle Pierres ist das Ufer wieder deutlich. Von hier zog es nach dem Sobatsch-Berg und unter dem Peutler Kofl fort in die Gegend von St. Vigil und südlich vom Nordabfall der Ampezzaner Alpen aus dem Gebiet unserer Karte heraus. Ausserhalb dieses so begrenzten Meerbusens ist in unserem ganzen Gebiet keine Spur einer Meeresbedeckung zu Anfang der Periode der jüngeren Trias wahrzunehmen. Dagegen war, wie wir in verschiedenen Gegenden nachgewiesen haben, die Meeresfläche von inselartigen Auftreibungen der älteren Trias unterbrochen; sie beweisen ebenso wie die Form des Meerbusens, dass nicht eine gleichmässig wirkende Kraft das Land mit der Mendola-Dolomitbedeckung aus dem Meere hob, sondern dass sich dieselbe in verschiedenen Theilen mit verschiedener Intensität äusserte und daher nicht nur das Verhältniss von Meer und Land im Allgemeinen, sondern auch die Reliefformen des Meeresbodens auf das Manchfaltigste veränderte. Wir wenden uns zur Betrachtung dieser zweiten Wirkungssphäre, müssen uns aber beinahe allein auf den vom Tuffmeer bedeckten Theil beschränken.

Das hervorragendste Moment in der Bodengestaltung sind die beiden grossen kraterförmigen Kessel von Fassa und Predazzo. Der nördliche war vom Meere erfüllt, der südliche blieb Festland. Der nördliche war der Centralheerd der eruptiven Thätigkeit, im südlichen strömten lavenähnlich ungeschmolzene ältere Silicatgesteine in beträchtlichen Massen aus und bildeten das bunte Eruptivgebirge von Predazzo. Die Form des Kessels von Predazzo wurde bereits oben beschrieben. Es zeigte sich, dass er mitten in dem höchsten Porphyrgebirge eingesenkt ist, dass die Tiefe nicht bestimmbar, aber jedenfalls bedeutend ist und dass der Durchmesser ungefähr zwei Meilen beträgt. Der Porphyraufbruch von Moëna bezeichnet den von Nordwest nach Südost gerichteten Riegel, welcher die beiden Kessel trennte; früher war darauf noch die ganze ältere Trias gethürmt und der Mendola-Dolomit bildete den Riegel. Den vulcanischen Kessel von Fassa haben wir gleichfalls oben ausführlich beschrieben und gefunden, dass er von einem ringförmig erhobenen Wall von Mendola-Dolomit eingefasst wird, welcher im Westen, Süden und Osten hoch über das Tuffmeer hinausragte, im Norden aber niedrig war und vom Tuffmeer überfluthet wurde. Die Tiefe des Kessels lässt sich gleichfalls nicht bestimmen, ist aber jedenfalls weit unter der Umgebung, so dass er nicht durch eine einfache ringförmige Erhebung eines Walles gebildet wurde, sondern, wie bei Predazzo, eine bedeutende centrale Senkung damit verbunden war.

So deutliche grosse kesselförmige Bildungen wie diese beiden lassen sich weiterhin nicht mehr nachweisen und sind auch jedenfalls nicht vorhanden gewesen, da man sie sonst erkennen müsste. Auch war dort kein Eruptivgebiet mehr. Nur auf der Seisser Alp begegnen wir noch mächtigen vulcanischen Massen und in der That findet sich hier die letzte entschiedene, aber bei weitem nicht mehr so vollkommene Andeutung eines Kessels. Denn dass vom West- und Nordrand das vormalige Ufer nicht weit entfernt sein könne, haben wir bereits früher festgestellt; nach beiden Seiten steigt der Mendola-Dolomit aus der Tiefe der Alpen. Dasselbe scheint gegen Süden stattzufinden, wo allerdings dieses Formationsglied erst im Tschamin-Thal zum Vorschein kommt. Von diesen drei Seiten ist somit die Andeutung einer kesselförmigen Senkung des Mendola-Dolomits gegen die Mitte der Seisser Alp gegeben. Nach Osten aber ist Alles von Tuffen bedeckt und nur in der kleinen Insel des Monte Sopra dürfte vielleicht die Spur einer östlichen Umrandung zu erkennen sein.

Ein zweites Moment in der Oberflächengestaltung der älteren Trias als Boden des Tuffmeeres tritt nordöstlich von diesen ringförmig umwallten Kesseln in den tiefen Thälern hervor, welche in das Tuffplateau eingeschnitten sind und das untere Gebirge entblössen. Es sind dies wellige, von Nordwest nach Südost streichende Aufbiegungen. Bereits in dem Riegel, welcher bei Moëna die Kessel von Predazzo und Fassa trennt, sowie in dem nördlichen niederen Theil der Umwallung des

Kessels von Fassa bei Campidello und Gries fand sich diese Richtung deutlich ausgesprochen. Das obere Gröden ist zum Theil in einen solchen Rücken eingeschnitten, welcher nur unbedeutend unter der Oberfläche der Tuffe zurückbleibt und von Nordwest nach Südost streicht. Dasselbe ist der Fall mit jenem wellig erhobenen Rücken, welchen der Pissada-Bach zwischen Corfara und Stern quer, wahrscheinlich beinahe senkrecht zur Streichrichtung, durchschneidet und als deutliche Faltung blosslegt. Das Livinallongo ist in seiner ganzen Erstreckung in einen derartigen Rücken eingesenkt, da an beiden Thalwänden die Schichten von der Streichungslinie abfallen. Eine zweite parallele Faltung ist dicht daneben bei Cherz angedeutet, eine andere, gleichfalls parallele, bei Andraz und Pian. Denn im ganzen Buchensteiner Thal wechselt das Fallen wiederholt, immer aber fällt die Richtung desselben mit der des Thales zusammen. Auch zwischen Sanct Leonhard, Sanct Martin und Campil ist überall unter den Tuffen eine wellige Oberfläche des Mendola-Dolomitgebirges mit nordwest-südöstlich gerichteten welligen Aufbiegungen zu erkennen.

Die meisten dieser Rücken lassen sich bis in die vormalige Ufergegend des Tuffmeeres verfolgen und haben sich daher wahrscheinlich in Form gleichmässig gerundeter Halbinseln in das Meer erstreckt und sich allmälig darunter gesenkt. Das nordwestliche Ufer muss dadurch reich an Buchten gewesen sein, das südwestliche und nordöstliche einen mehr geradlinigen Verlauf gehabt haben, wo nicht, wie im Fassa, grössere Einsenkungen in das Ufer eingriffen.

Blicken wir auf die Wirkungen der plötzlichen Hebung zurück, so weit sie sich aus den Ufern und dem Boden des Meeres ergeben, so haben wir:

1) die Erhebung beinahe unseres ganzen Gebietes über die Meeresfläche;
2) das Eingreifen des Meeres von Südosten her in einer einzigen verzweigten Bucht;
3) die plötzliche Ausweitung des Ufers durch den tiefen Eruptivkessel von Fassa;
4) die Andeutung eines ähnlichen, ebenfalls durch Eruptionen ausgezeichneten Kessels im westlichsten Theil der Bucht (Seisser Alpe);
5) einen gebirgigen Meeresboden aus Schichten der älteren Trias mit einer Oberfläche von Mendola-Dolomit;
6) eine Faltung dieses Systems zu nordwest-südöstlich streichenden, gerundeten, zum Theil in der Höhe geborstenen Rücken.

Ob diese Faltung, welche einen von Südwest nach Nordost gerichteten Seitendruck voraussetzt, auch in anderen Theilen des südöstlichen Tyrols stattgefunden habe, lässt sich kaum festsetzen. Auf dem Meeresboden aber wurde dieses ältere Gebirge nun von jüngeren Schichten überführt und gerade dadurch gibt es seine kurze Entstehungszeit zu erkennen, dass bereits die nächstjüngere Schicht das Gebirge fertig gebildet vorfand.

5. Erste Periode der langsamen Hebung.

Der plötzlichen Hebung von Süd-Tyrol folgte die eruptive Thätigkeit im Fassa-Thal. Es schien mir in diesem vulcanischen Kessel durchweg eine unmittelbare Auflagerung der Tuffe auf das Gebirge der älteren Trias stattzufinden, während in entfernteren Theilen gleichzeitige Ablagerungen anderer Art geschahen, und zwar zunächst die *Buchensteiner Kalke*, welche in ihrer Verbreitung auf den Bereich der Tuffe mit Ausnahme des Fassa-Thals beschränkt sind. Die starke Verunreinigung des Kalkes, sowie die thonigen, zuletzt schwarzen und kieseligen Zwischenschichten scheinen auf eine Verbreitung des Tuffmaterials durch die ganze Meeresbucht hinzudeuten; denn dieselben schwarzen Schichten werden später typisch für die Tuffe. Weniger leicht dürfte es zu entscheiden sein, ob die Kieselsäure, welche in Gestalt

von Feuersteinknauern in den Buchensteiner Kalken vorkommt, ihren Ursprung aus kieselsäurehaltigen Quellen herleitet. Jedenfalls scheint ihr Vorkommen im Zusammenhang mit der vulcanischen Thätigkeit zu stehen. Den Knollenkalken folgt der Haupthorizont der *Wenger Schichten*. Die reichen Fundorte der *Halobia Lommeli* scheinen stets auf ein seichtes Meer hinzudeuten; sie findet sich insbesondere massenhaft in der Nähe des Ufers, so auf der Seisser Alp, bei S. Christina und Wengen, während der Fundort von Corfara am Abhang eines hoch aufragenden untermeerischen Rückens liegt. Beide Schichtengruppen reichen, wo immer sie vorkommen, bis an die äussersten Ufer des Tuffmeeres. Allein von nun an stellen sich Anzeichen ein, dass das Meer während der weiteren Tuffablagerungen mehr und mehr zurücktritt, das Land sich also langsam hebt. Dieses Verhalten in der Triasperiode erinnert ganz und gar an die Erscheinungen in vulcanischen Gegenden der Jetztzeit, da auch in einzelnen Gegenden Unter-Italiens die Untersuchungen ein langsames Heben in den Perioden der vulcanischen Thätigkeit und ein langsames Sinken in den Perioden der Ruhe ergeben haben. Die erste Zeit der Tuffperiode aber war reich an Eruptionen, wie wir im Vorigen mehrfach zu beweisen Gelegenheit hatten. Es ergab sich zugleich, dass einige derselben von plötzlichen, aber örtlich beschränkten Dislocationen begleitet waren, wie bei Wengen und Colle di Santa Lucia. Dadurch erreichte die Unebenheit des Meeresbodens ihren Höhepunkt. Es lagerten sich nun in der Tiefe Eruptivtuffe, auf den Höhen aber Schichten von *Pietra Verde*, feinerdigen Sedimentärtuffen und Wenger Schichten ab. Ueberall aber, wo das Ufer nahe ist, kann man ein allmäliges Rückschreiten desselben wahrnehmen. Wie lange dasselbe im Verhältniss zur gesammten Tuffperiode gedauert habe und wie gross der Betrag desselben gewesen sei, dies lässt sich kaum mehr schätzen.

6. Zweite Periode der langsamen Senkung. — Korallenriffbildung.

Nachdem die Hauptphase der eruptiven Thätigkeit ihr Ende erreicht hatte, war auch die langsame Hebung des Landes vollendet und es trat an ihre Stelle eine abermalige Senkung, welche durch eine lange Periode fortdauerte. Ob sie durch kurz dauernde Hebungen unterbrochen gewesen sei, ist nicht zu entscheiden; es lässt sich nur noch der allgemeine Verlauf entziffern. Der Wechsel trat mitten in der Periode der Tuffablagerungen ein, wahrscheinlich aber mehr gegen das Ende derselben hin. Den Hauptbeweis dafür geben die tiefsten (Buchensteiner und Wenger) und die höchsten (typischen St. Cassian-) Schichten der Tuffe. Dort, wo die ersteren als entschiedene Uferablagerungen auftreten, wie an mehreren Stellen der Seisser Alpe, bei Campil u. s. w., sind die letzteren ihnen oft unmittelbar aufgelagert, während gegen die tieferen Theile des Meerbusens hin eine unendlich mächtige Reihe von Sedimentärtuffen sich allmälig einschiebt. Am Piz-Berg und Puflatsch liess sich die unmittelbare Aufeinanderfolge der Endglieder auf das Deutlichste erweisen, während sie weiter gegen Südost durch einen ungeheueren Keil von Tuffen getrennt sind. Der untere Theil dieses Keiles gehört dem Rückzug, der obere dem Vordringen des Meeres, der untere der Hebung, der obere der Senkung des Landes an.

Ausserdem fällt aber in die Periode der Senkung auch die Bildung der mächtigen Formation des Schlern-Dolomites; denn unter ihm und über ihm sind Faunen eines nicht tiefen Meeres, getrennt durch die mehrere tausend Fuss mächtige Ablagerung. Bei der Entstehungsart dieses Dolomites, die wir schon bei Beschreibung der Seisser Alp und weiterhin mehrfach angedeutet haben, verweilen wir jetzt etwas weitläufiger, da sie Gegenstand von überaus vielen Hypothesen war.

Der weisse, körnige Schlern-Dolomit und die ihm parallelen geschichteten dolomitischen Kalke ruhen stets in Gestalt mächtiger isolirter Stöcke auf ihrer Unterlage; bald sind sie dem Tuffplateau, bald dem tieferen Mendola-Dolomit aufgesetzt. Die bizarre Form, sowie der Mangel an Schichtung, das rissige,

drusige Gefüge des eigentlichen Dolomits und das häufige Vorkommen von Augitporphyr-Gängen in demselben waren die ersten Gründe, welche **L. v. Buch** zu seiner vielbesprochenen Dolomitisationstheorie durch Magnesiadämpfe veranlassten; einige auffallende Erscheinungen, wie die, welche er am Dolomit des Dosso di Santa Agata beschreibt, schienen die Theorie zu bestätigen. Es ist hier nicht der Ort, auf eine ausführliche Besprechung des Streites, welcher sich nun entspann, oder auf eine Darlegung der verschiedenen Ansichten, welche nach und nach geltend gemacht wurden, einzugehen. Der Kampf war für die Kenntniss des tyrolischen Dolomits von geringem Erfolg und griff unmittelbarer und fördernder in die chemische Geologie ein. Mehrere Geologen, besonders solche, welche die Dolomite von Süd-Tyrol durch eigene Anschauung kennen lernten, schlossen sich der Ansicht von **Buch** an und suchten mehr und mehr neue Beweise dafür beizubringen, während andere Besucher von Süd-Tyrol durch den Nachweis, dass der Dolomit auf geschichteten, ungestörten Gesteinen ruht, einen Theil der **Buch**'schen Ansichten, das Emporheben des Dolomits aus der Tiefe, umstiessen und dadurch die ganze Theorie schwächten. Den Todesstoss versetzten ihr aber die Chemiker, indem sie die Unmöglichkeit des von **Buch** vorausgesetzten Vorgangs darthaten. Allein sowie mit diesem negativen Resultat die ursprüngliche Hypothese gestürzt war, erhoben sich an ihrer Stelle eine grosse Zahl neuer Theorien, welche die verschiedenartigsten Processe zu Hülfe nahmen, um die Entstehung des Dolomits zu erklären. Theils gründeten sie sich auf Beobachtungen im Laboratorium, indem man jede mögliche Darstellungsweise des Doppelcarbonats als die einzig annehmbare Entstehungsart alles Dolomites auf der Erde hinstellte, theils auf geognostische Untersuchungen über das Vorkommen von Dolomit in verschiedenen Gegenden. Es wurden viele geistvolle und für den jedesmaligen speciellen Fall, von dem man ausging, vollkommen ausreichende Hypothesen aufgestellt; allein keine konnte sich allgemeine Geltung verschaffen und man begegnete jeder einzelnen mit begründeten Einwänden. Als das Endresultat darf man ansehen, dass der Dolomit in verschiedenen Gegenden und in verschiedenen Formationen auf verschiedene Weise gebildet wurde, dass aber dabei plutonische Vorgänge gar nicht mitwirkten, sondern Alles sich auf ursprüngliche Ablagerung, chemische Umwandlung und Hinzuführung neuer Stoffe durch Wasser beschränkt. So gering die Zahl dieser Agentien ist, so sind doch die möglichen Modificationen der Entstehung des Dolomits, wenn man nur die Darstellungsweisen im Laboratorium und die wirklich in der Natur nachgewiesenen Vorgänge berücksichtigt, überaus zahlreich. Allein die Reihe der Abstufungen zwischen dem ursprünglich reinen Niederschlage des Kalk- und Magnesia-Bicarbonats durch die wechselnde Menge der beiden Salze bis zum gänzlichen Verschwinden der Magnesia lässt unendlich viele Uebergänge zu. Die Umwandlung bei vorherrschendem Kalkgehalt kann wiederum durch blosse Auslaugung von einem Theil des kohlensauren Kalkes oder durch gleichzeitige Hinzuführung von Magnesiacarbonat geschehen. Wiederum in anderen Fällen können unter hohem Druck jene chemischen Wechselwirkungen bei der Entstehung des Dolomits stattgefunden haben, deren Möglichkeit von **Haidinger** in so geistvoller Weise vorausgesetzt und durch Hrn. **v. Morlot** durch das Experiment auf das Glänzendste bestätigt wurde. Welche Fülle von Combinationen kann wieder zwischen diesem und der Reihe der vorgenannten Vorgänge stattfinden! Zu alledem kommt aber noch die ursprüngliche Verschiedenheit in der Art des Niederschlages. Noch kennt man nicht hinreichend die Art und Weise der Bildung chemischer Sedimente im Meere, um die Reihe der Unterschiede beurtheilen zu können; dass aber solche in bedeutendem Masse stattfinden, wird durch das sehr wechselvolle Auftreten von Kalk- und Dolomitschichten hinreichend bewiesen. Es ist schon zu wiederholten Malen, in neuerer Zeit insbesondere durch **Bischof**, darauf hingewiesen worden, welche bedeutende Rolle bei den meisten chemischen Sedimenten aller Formationen wahrscheinlich der thierischen Thätigkeit zuzuschreiben sei. Dies lässt sich jedoch wegen der späteren Umwandlung und Zerstörung der thierischen Reste nur

in seltenen Fällen nachweisen und man muss solche Thatsachen zu Rathe ziehen, welche in indirecter Weise für jene Bildungsweise sprechen.

Wenn so die von Süd-Tyrol ausgegangene Frage über die Entstehung des Dolomites durch ihre Verallgemeinerung und durch Untersuchungen in anderen Gegenden und im chemischen Laboratorium zu dem Resultat geführt hat, dass die Vorgänge, durch welche dies Gestein sich bilden kann, sehr manchfaltig sind, aber doch innerhalb einer gewissen bestimmt begrenzten Sphäre liegen, so ist nun die Frage auf ihren Ausgangspunkt zurückzurichten und wir haben zu untersuchen, welche von allen möglichen Vorgängen für die Dolomitgebilde von Süd-Tyrol, insbesondere für den Schlern-Dolomit, angenommen werden dürfen.

Bleiben wir zunächst bei dem Dolomit des Schlern selbst stehen, für den wir bereits bei Gelegenheit seiner geognostischen Beschreibung einzelne theoretische Schlüsse anticipirten, so ist die regelmässige Einlagerung zwischen ungestörten Schichtgebilden ein Beweis, dass er selbst in die Reihe derselben gehört und nach seiner Ablagerung, wenn wir von den unbedeutenden Augitporphyr-Gängen absehen, keine erhebliche mechanische Störung erlitten hat. Allein um so bedeutender ist die chemische Umwandlung der ganzen Masse, von der die Structur des Gesteins zeugt. Oft besteht dasselbe gleichsam nur aus den drusigen Wandungen manchfaltig gestalteter Hohlräume, die sich in einander verzweigen und verbinden und stets mit denselben Krystallen ausgekleidet sind, welche das ganze Gestein selbst bilden. In dieser Gestalt aber hätte das Bicarbonat sich nur dann niederschlagen können, wenn in einer concentrirten Lösung das Lösungsmittel entzogen worden wäre, und selbst dann hätte es sich wegen der leichteren Löslichkeit des Magnesiacarbonats nicht in der ganzen Masse gleichmässig absetzen können. In einem weiten Meere ist aber auch abgesehen davon ein solcher Fall gar nicht denkbar. Es bleibt also nur die Annahme übrig, dass der ursprüngliche Niederschlag in einer anderen Form geschah und erst durch chemische Umsetzung im Lauf der Zeit seine jetzige Structur erhielt. Dies wird zur Gewissheit durch die Art, in welcher die Globosen Ammoniten versteinert sind. Von ihrer Schale ist nichts mehr zu erkennen, sondern man sieht nur mitten im Gestein eine Reihe spiralig angeordneter, mit Dolomit-Krystallen ausgekleideter Kammern, deren Scheidewände eine Fortsetzung der allgemeinen Gesteinsmasse sind. Sowie hier an die Stelle des Kalkcarbonats der Dolomit getreten ist, hat dies wahrscheinlich auch in dem übrigen Gestein stattgefunden. Die Masse in den Ammonitengehäusen hat dabei nicht abgenommen, sondern ist eher vermehrt worden. Wenn man hieraus einen Rückschluss auf das ganze Gestein machen darf, so führt dies zu der Annahme, dass auch dort die zahlreichen Höhlungen schon anfänglich bei der ersten Ablagerung vorhanden waren und sich nicht dadurch bildeten, dass aus einem compacteren Sediment ein den leeren Räumen entsprechender Theil aufgelöst und hinweggeführt wurde. Auch würden in einem dichten, magnesiahaltigen Kalkgestein die Gewässer wol keineswegs eine solche durchgreifende Umwandlung im Dolomit hervorzubringen vermögen, da sie vielmehr die äusseren Theile des Gesteins abwaschen und die Spalten zu weiteren Klüften und Schluchten ausnagen würden. Alles dies lässt nur die doppelte Annahme übrig: 1) dass der Dolomitstock des Schlern bei der ursprünglichen Ablagerung eine von dem reinen Bicarbonat abweichende Zusammensetzung hatte und nicht seine jetzige vollkommen krystallinische Structur besass; 2) dass das Gestein von Anfang an von den vielverzweigten, unregelmässigen Höhlungen durchsetzt war, welche es noch jetzt durchziehen. Beides zusammen aber lässt kaum eine andere Annahme zu, als dass gesellig lebende, Kalk absondernde Meeresthiere die Erbauer des Schlern waren. Austern waren es sicher nicht und es bleibt nur die Möglichkeit der Entstehung durch die Thätigkeit riffbauender Korallen.

Zu demselben Schluss, zu welchem die rein petrographische Betrachtung führt, kommen wir durch

Berücksichtigung der geologisch-geognostischen Momente. Die Gestalt des Schlern als eines mit mehr als 3000 Fuss hohen Wänden der Seisser Alp aufgesetzten, nach allen Seiten steil abfallenden Massives könnte, ebensowohl wie seine Trennung von den gleichgebauten Gebirgsmassen in der Nachbarschaft, durch Zerstörung und Hinwegführung von Gestein hervorgebracht sein; es wäre eine ähnliche Auswaschung wie in der sächsischen Schweiz, nur unendlich grossartiger, ja so grossartig, dass wir, da kein Meer mit Strömungen später das Land bedeckte, an der Möglichkeit zweifeln müssten. Denn es wäre in der That nicht abzusehen, wie durch alleinige Einwirkung der Tagewasser so unendliche Massen eines sehr festen Gesteins genau bis auf seine Unterlage hätten fortgeführt werden und diese sowie einzelne stockförmige Massen beinahe unversehrt hätten bleiben können. Hätte der Dolomit sich als eine fortlaufende Decke von nur ungefähr gleicher Mächtigkeit abgelagert, so hätte er das gesammte Alpengebirge mit Ausnahme der höchsten Kämme bedecken müssen und müsste auch bei der durchgreifendsten Zerstörung noch in langgestreckten, der Einwirkung der Gewässer weniger ausgesetzt gewesenen Zügen übrig sein und das ganze Alpengebirge müsste eine andere Gestalt haben. Zur völligen Gewissheit aber wird es, dass die Ablagerung des Schlern-Dolomits keine allgemeine, sondern eine örtlich beschränkte war, ja von Anfang an in riffartig aufstrebenden Massen geschah, wenn wir die schon früher erwähnte Thatsache berücksichtigen, dass die den Schlern-Dolomit bedeckenden Raibler Schichten auch auf der Seisser Alp am Fuss der Wände des Schlern, 3000 Fuss tiefer und unmittelbar auf den Tuffen, lagern, sowie am Piz-Berg bei St. Cassian am Fuss des Pordoi-Gebirges. Es bestanden also bereits unmittelbar nach Ablagerung des Schlern-Dolomits dieselben Isolirungen desselben wie jetzt. Vollständig isolirte Stöcke eines Kalkcarbonats können aber nur durch animalische Thätigkeit frei im Meere aufgebaut werden, und wir werden daher auch durch diese Betrachtungsweise mit Nothwendigkeit auf die Annahme riffbauender Korallen geführt. Dazu kommt die ungleiche Mächtigkeit dicht benachbarter Riffe. Am Schlern erreicht sie 3000, unmittelbar daneben, am Langkofl, 5000 und wiederum dicht neben diesem, am Pordoi-Gebirge, kaum 2000 Fuss. Am Schlern und Pordoi-Gebirge aber war die Mächtigkeit niemals bedeutender, denn an beiden ist der Dolomit von Raibler und Dachstein-Schichten bedeckt, während er am Langkofl frei in die Luft ragt und wahrscheinlich früher noch höher aufstieg als gegenwärtig. Möchte die Bildungsweise des Niederschlags was immer für eine mit Ausnahme des Riffbaues von Korallen gewesen sein, in keinem Falle hätten derartige eigenthümliche Verhältnisse der äusseren Gestaltung entstehen können.

Wenn so die allgemeinsten Verhältnisse der Structur des Schlern-Dolomits, der Gestalt seiner Berge und ihrer Beziehungen zum gesammten Alpengebirge wie untereinander zu dem gleichen Schlusse leiten, dass der Dolomit dieser Formation durch riffbauende Korallen entstanden ist, so haben wir die Analogie zwischen diesen Korallenriffen der Triasperiode und denen der Jetztzeit noch weiter zu prüfen, sowie einigen bedeutenden Einwänden zu begegnen, welche sich gegen die Theorie aufstellen lassen, und endlich die Erscheinungen zu betrachten, welche den Vorgang begleiten und theilweise veranlassen mussten.

Von den Verbreitungsgesetzen und Lebensbedingungen der riffbauenden Korallen der Jetztzeit weiss man nur wenig. Nach **Dana** sind sie auf die tropischen Meere 28° nördlich und südlich vom Aequator beschränkt. Süd-Tyrol hatte in der Triasperiode ein tropisches Meer. Sie finden ferner, ohne darauf angewiesen zu sein, einen besonders fruchtbaren Boden in Gegenden vormaliger untermeerischer vulcanischer Thätigkeit, wie beinahe in dem ganzen Gebiet der Südsee. In Süd-Tyrol waren damals dieselben Bedingungen; auch hier war eben eine lange Periode untermeerischer vulcanischer Thätigkeit vollendet und das Meer mit Zersetzungsproducten erfüllt. Die *Madreporen, Gemmiporen* und *Asträen,* welche gegenwärtig am meisten zum Aufbau der Korallenriffe beitragen, sind in ihrem Wachsthum auf eine Tiefe

innerhalb 120 Fuss unter der Oberfläche des Meeres beschränkt. Darf man dies auch nicht als Norm für die unbekannten riffbauenden Korallenarten des Triasmeeres annehmen, so wird doch kaum ihre Verbreitung nach der Tiefe weit von der jetzigen abgewichen sein. Die viele tausend Fuss mächtigen Korallenriffe der Südsee aber bilden sich bekanntlich, wie zuerst **Darwin** und später **Dana** gezeigt haben, indem der Meeresgrund sich langsam senkt und die Korallen in demselben Mass ihr Riff erhöhen, so dass sie immer ungefähr gleichweit unter der Oberfläche des Meeres arbeiten. Bei den 2- bis 5000 Fuss mächtigen Korallenriffen von Süd-Tyrol musste dies, wenn unsere Theorie richtig ist, auch der Fall sein, und wir werden in der That, wie ich bereits zu zeigen suchte, auch ohne Berücksichtigung der Bildungsweise des Schlern-Dolomits zu der Annahme geleitet, dass während seiner Entstehung das Land in einer langsamen Senkung begriffen war, da unmittelbar unter und über ihm, also in einem verticalen Abstand von mehreren tausend Fuss, versteinerungsreiche Niederschläge eines nicht sehr tiefen Meeres (ein Theil der St. Cassianer und die Raibler Schichten) lagern und zwischen der Ablagerung beider keine heftige Katastrophe stattgefunden hat. So wie diese Thatsache einen Beleg mehr für die Thätigkeit riffbauender Korallen gibt, so wird auch umgekehrt die letztere, wenn sie durch andere Beweise genügend dargethan wird, die allgemeine Senkung des Landes bestätigen.

Die Frage, wie sich seiner chemischen Zusammensetzung und der Structur des Gesteins nach der Schlern-Dolomit zu der Kalkmasse der Korallenriffe verhalte, lässt sich noch nicht mit voller Sicherheit beantworten. Man weiss, dass die kalkigen Secretionen aller Korallen, auch der riffbauenden Arten, magnesiahaltig sind. Doch ergaben die ausgedehnten Untersuchungen von **Forchhammer** und **Dana** stets nur einen geringen Gehalt an dieser Basis, während der Kalk bedeutend vorwaltet. Es könnte also durch einfache Atomwanderung kein reiner Dolomit aus den Korallenriffen der Jetztzeit entstehen. Nun schwankt aber der Magnesiagehalt bedeutend und man ist nach allen über die Accommodation der Thiere an die Lebensbedingungen bekannten Gesetzen zu der Annahme berechtigt, dass in einem Meerbusen, in welchem Augitporphyr-Tuffe sich in grossem Massstab zersetzten, in welchem daher lösliche Magnesiaverbindungen eine Hauptrolle spielen mussten, der Gehalt der Korallensecretionen an dieser Basis sein Maximum erreichte. Aber selbst im äussersten Fall wäre Dolomitbildung durch einfache Atomwanderung unmöglich, abgesehen von den Fluor-, Chlor-, Phosphorsäure- und sonstigen Verbindungen, welche an der Zusammensetzung des Secrets theilnehmen. Diese Bestandtheile mussten entfernt und ein grosser Theil des Kalkes in Lösung fortgeführt werden, damit das schwerer lösliche Doppelcarbonat in reiner Gestalt übrig bleiben konnte. Dass so grossartige und durchgreifende chemische Umwandlungen stattgefunden haben, wird, wie wir sahen, durch die Structur des Gesteins, insbesondere der eingeschlossenen Versteinerungen, bewiesen. Es bleibt dann nur noch der Umstand zu erörtern, dass, wie aus den Ammonitenschalen hervorzugehen scheint, eher eine Vermehrung als eine Verminderung der Masse stattgefunden hat. Die einfache Volumvergrösserung durch die Krystallisation des Doppelcarbonats reicht zur Erklärung nicht hin; sie muss nothwendig von einer Zuführung von Magnesia begleitet gewesen sein. Es dürfte sich kaum feststellen lassen, ob die Zersetzung der Augitporphyr-Gänge, welche in den Dolomit eindringen, zur Bildung des letzteren hinreichte, und die Quelle der Magnesia bleibt daher die einzige nicht ganz zu hebende Schwierigkeit. Allein mag auch diese vorhanden sein oder mag vielleicht doch eine Verminderung und nicht eine Vermehrung der Substanz stattgefunden haben, so bleibt in allen Fällen die Verwandlung eines Korallenriffs, besonders eines solchen, welches in einem an Magnesiaverbindungen reichen Meere aufgebaut wurde, in Dolomit vollständig im Bereiche möglicher chemischer Vorgänge. Auch bei den Korallenriffen der Jetztzeit finden dergleichen chemische Umwandlungen statt. Zwar ist der Beobachtung nur der oberste, jüngste Theil der Riffe zugänglich, in dem man am wenigsten eine durchgreifende

Umwandlung erwarten kann. Eine wirkliche Analogie mit den Riffen der Trias in Hinsicht auf die chemische Umsetzung dürfte man erst in den tieferen, älteren Theilen nachweisen können. Dennoch fand **Darwin** auf Keeling-Atoll Spuren von Vorgängen, welche den in Süd-Tyrol angenommenen vollkommen entsprechen. Auf der Leeseite dieses Atolls werden in grosser Menge Fragmente von Korallen zusammengehäuft, welche nach **Darwin's** Ansicht durch das Durchsickern von aufgelöstem Kalk zu einer festen Masse verkittet werden. Zuweilen finden in den so verkitteten Korallenstückchen chemische Veränderungen statt, so dass die veränderten Korallen allmälig in einen krystallinischen späthigen Kalk übergehen. Bei manchen Stücken kann man selbst mit der Loupe die Grenzen zwischen den veränderten Korallen und dem späthigen Kalkstein nicht unterscheiden. Die verkittete Masse ist sehr hart und klingt unter dem Hammer [1]). Es wäre, um diesen Vorgang beurtheilen zu können, sehr wichtig, die chemische Zusammensetzung dieses „späthigen Kalkes" kennen zu lernen. Die bedeutende Härte und das Klingen unter dem Hammer sind Eigenschaften, welche keineswegs an Marmor, wohl aber in auffallendem Grade an den krystallinischen zelligen Schlern-Dolomit erinnern. Wenn aber der Vorgang sich in so jugendlichen Gebilden beobachten lässt, welche Rolle muss er in den älteren, tieferen Theilen der Riffe spielen und wie weit müsste man ihn vorgeschritten finden, wenn man ein solches Riff nach einer so langen Periode wieder untersuchen könnte, als zwischen den Niederschlägen der Trias und unserer Zeit verflossen ist!

Was für die chemische Zusammensetzung des Schlern-Dolomites gilt, findet nicht in gleichem Masse für die äquivalenten Gebilde in anderen Theilen unseres Gebietes Anwendung. Die geschichteten dolomitischen Kalke der Vedretta Marmolata, des Sasso Vernale, Sasso di Val Fredda, des Campo Ziegelau, Monte Rocca, Viesena und Latemar, in denen dem äusseren Ansehen nach der Magnesiagehalt schwankt, können natürlich nicht die gleichen Umwandlungen erfahren haben. Allein nur der Umbildungsprocess war bei ihnen ein verschiedener, für ihren ersten Aufbau muss man dieselbe Thätigkeit riffbauender Korallen in Anspruch nehmen, wie am Schlern. Das isolirte riffartige Aufsteigen der mächtigen, schroffen Bergmassen und die gleichzeitige Ablagerung anderer Gebilde zwischen ihnen nöthigt zu der Annahme, für welche auch sonst noch viele Analogien mit Korallenriffen der Jetztzeit sprechen. Die deutliche Schichtung spricht keineswegs dagegen; denn **Beete Jukes** fand dieselbe auch in den ost-australischen Korallenbildungen und auch mehrere andere Erforscher der Koralleninseln bestätigen die Umwandlung in ein festes Gestein mit deutlichen Spuren von Schichtung. Mehrere Atolls, welche, wie die Elisabeth-Insel, Tonga und Hapai, 10 bis 80 Fuss über die Meeresfläche hinausragen, zeigen nach **Lyell** weder in der Structur des Gesteins noch im Erhaltungszustand der eingeschlossenen Schalthiere und Korallen irgend einen Unterschied von den Kalksteinen der ältesten Formationen. Die Annahme, dass auch diese geschichteten dolomitischen Kalke der genannten Berge riffbauenden Korallen ihren Ursprung verdanken, begegnet somit von den genannten Gesichtspunkten keiner erheblichen Schwierigkeit. Was aber den durchgreifenden Unterschied in der Structur und chemischen Zusammensetzung des Gesteins der zuletzt genannten Gebirge von dem Dolomit des Schlern, Rosengarten, Langkofl, Pordoi, Guerdenazza, Set Sass u. s. w. betrifft, so ist derselbe mit einer sehr merkwürdigen geographischen Verschiedenheit verbunden. Denn alle jene Bergmassen, in welchen die Schlern-Schichten als geschichtete dolomitische Kalke auftreten, sind *Barrierriffe*, während diejenigen, welche aus reinem Dolomit bestehen, ganz und gar im offenen Meere und als wahre *Atolls* oder Lagunenriffe gebildet sind. Das Festland, dessen Küsten parallel die Barrierriffe sich bildeten, sind die hohen

[1]) Nach **Dieffenbach's** Bearbeitung von **De la Bèche's** Vorschule der Geologie. Braunschweig 1853. S. 163.

Inseln des Monte Bocche und des Lavacé, denen südlich so nahe das grössere Festland der Cima d'Asta folgte. Zwar sind auch die Gipfel dieser Inseln, wenn sie damals dieselbe relative Höhe gehabt haben wie jetzt, wahrscheinlich während des Weiterbaues der Barrierriffe bis unter die Oberfläche des Meeres versenkt worden, da einzelne Gipfel der Riffe höher hinaufragen als selbst die Cima d'Asta; aber gerade durch unsere Annahme der Thätigkeit der Korallen erklärt es sich in einfacher Weise, warum diese hohen Gebirge von Eruptivgestein so frei von Sedimentärgebilden sind; wenn sie auch vielleicht Ablagerungen von Korallensand trugen, so musste dieses leicht zerstörbare Gebilde im Lauf der Zeiten längst fortgeführt werden. In strengem Gegensatz zu diesen Barrierriffen stehen die Dolomitriffe im Norden; sie sind wahre Atolls. Nirgends ist hier eine hervorragende Insel oder ein Festland, dessen Ufer diese Riffe umsäumen, sondern frei erhoben sie sich auf dem Meeresboden, wo immer sich ein günstiger Ort fand. So prägnant und übereinstimmend diese Unterschiede der Riffe nach ihrer allgemeinen Art sowie nach innerer Structur und chemischer Zusammensetzung sind, lässt sich doch der Grund, warum gerade die Barrierriffe aus geschichtetem dolomitischen Kalke, die Atolls aus ungeschichtetem reinen Dolomit bestehen, noch nicht klar erkennen. Die Nähe der letzteren an den Tuffen und schwarzen Porphyren, durch deren Zersetzung die Menge der Magnesia geliefert wird, ist nicht der Grund. Denn gerade der Ring von Riffen, welche den Centralheerd der eruptiven Thätigkeit umgeben, besteht zur Hälfte aus reinem Dolomit, während die südöstliche, den Monte Bocche und das Campo rosso (im Venetianischen) umsäumende Hälfte den beschriebenen Gesteinscharakter der Barrierriffe trägt.

Wenden wir uns zur näheren Betrachtung einzelner Riffe, so wird ihre Aehnlichkeit mit bekannten Korallenriffen unserer jetzigen Meere noch auffallender. Das beste Beispiel bietet wiederum der Schlern, und zwar in den Theilen, welche am wenigsten Zerstörung erlitten haben. Der steile, auch die liegenden Schichten durchsetzende Abfall des Berges bis auf den Quarzporphyr beweist, welch' tiefgreifende Zerstörungen hier stattfanden. Der West-, Süd- und Nordabhang sind daher ungeeignet zur Vergleichung; denn auch am letzteren ist das Thal des Cipit-Baches zu tief eingegraben. Es bleiben daher nur die Wasserscheiden am Rande des Dolomitstocks übrig, welche den ursprünglichen Bau am reinsten bewahrt haben; sie sind alle in der Umgebung der Rosszähne. Einen zweiten und wichtigeren Vergleichungspunkt aber bietet die Höhe des Schlern selbst.

Raibler Schichten und Schlern-Dolomit. Wenn man auf der Höhe des Schlern steht und nach Nordwest in die tiefe und wilde Schlucht hinabblickt, so fällt im Bau der beiden Arme, welche sie einschliessen, besonders Eins auf. Während nämlich der südwestliche über der rauhen Dolomitwand die oft genannten horizontal gelagerten, tiefrothen Schichten mit Raibler Versteinerungen trägt, erhebt sich der nordöstliche zu grösserer Höhe als jener frei in die Luft und besteht nur aus dem tieferen weissen Schlern-Dolomit. Hätte hier vor der Ablagerung der Raibler Schichten irgend eine beträchtliche Störung stattgefunden oder wäre der Dolomit, wie Viele früher annahmen, ein aus der Tiefe durch vulcanische Kräfte emporgeschobenes Gebilde, so liesse sich die Erscheinung leicht erklären. Allein seine Unterlage ist völlig ungestört und die Ablagerung geschah in einer Periode der Ruhe; man müsste daher auf der Höhe eine ebene Fläche erwarten oder wenigstens voraussetzen, dass beide Arme mit jenen rothen Schichten bedeckt sein müssten. Ein solches scheinbares Missverhältniss, wie das eben angedeutete, kann sich aber in einem ruhigen Meere nur dann bilden, wenn beiderlei Ablagerungen gleichzeitig nebeneinander geschehen. Dies ist aber auf der Höhe eines einzeln im Meer stehenden Riffes weder bei mechanischen noch bei gewöhnlichen chemischen Sedimenten denkbar; nur animalische Thätigkeit kann der Grund davon sein. In der That finden wir dieselbe Erscheinung bei unzähligen Korallenriffen in der Südsee. **Darwin, Beechey, Beete Jukes** und alle anderen Erforscher der Koralleninseln bestätigen, dass die Atolls auf

der Windseite am höchsten sind, während die Leeseite meist weit niedriger ist. Oft ragt jene als langgestreckter Arm über das Meer hervor, während die entgegengesetzte Umwallung der Lagune tief unter der Wasserfläche bleibt. Dies ist aber die Gestalt der Arme des Schlern, wenn man die rothen Schichten hinwegnimmt. Diese letzteren machen die Analogie noch ungleich auffallender. Auf dem niedrigen Wall der Leeseite der Atolls werden sandartig zerriebene Theilchen der ästigen Korallen mit Bruchstücken von Muscheln, Schnecken, Echiniden u. s. w. zusammengeschwemmt und in regelmässigen Schichten abgesetzt. Sie sintern dann zu festem krystallinischen Gestein zusammen, welches zum Theil weiss, zum Theil durch Eisenoxyd röthlich gefärbt ist; andere Schichten sind mehr thonig und schlammig, noch andere erinnern in ihrer Structur an weisse Kreide. Die Beschreibungen des petrographischen Charakters und der Lagerungsverhältnisse dieser Schichten, wie sie von verschiedenen Beobachtern gegeben werden, stimmen oft mit überraschender Genauigkeit mit den die Raibler Versteinerungen führenden Schichten auf der Höhe des Schlern und auf andern Bergen der Gegend überein, so dass das Original in vielen Fällen ebenso gut von hier als aus der Südsee entlehnt sein könnte. Die zelligen dolomitischen Schichten entstanden durch chemische Umwandlung und Krystallisation, so dass in ihnen von organischen Resten selten noch eine Spur zu finden ist; sie sind ebenso in dem Gestein aufgegangen, wie die Korallen im Schlern-Dolomit. Um so vollkommener ist ihre Erhaltung, wo der Niederschlag mehr schlammig war; mehrere Schichten dieser Art bestehen am Schlern ganz aus Schalenfragmenten und führen zugleich die vielen früher beschriebenen Versteinerungen. Von den zahllosen Holothurien, welche die Korallenriffe der Südsee bewohnen und abweiden, ist natürlich, wenn sie damals existirt haben, nichts übrig geblieben; die Echiniden mussten in der heftigen Brandung eines Korallenriffs zertrümmert werden, daher sie in jenen Schalenbreccien häufig eingeschlossen sind; auch jetzt werden sie in dieser Form in den Schichten auf den Atolls begraben. Somit bleiben nur die festeren Schalen der Gastropoden und einzelner Bivalvenarten für weitere Erhaltung geeignet, wie sie auch in der That die Schichten auf der Höhe des Schlern erfüllen.

Die Analogie der die Raibler Versteinerungen führenden rothen Schichten des Schlern mit den Ablagerungen auf der Leeseite der Atolls im Stillen Ocean ist somit unverkennbar. Verfolgen wir das Gebilde weiterhin, so findet es sich zunächst oberhalb des Schlosses Wolkenstein, wo es einen einzelnen Dolomitarm zwischen zwei Thälern in derselben Weise trennt wie am Schlern. Alle Verhältnisse scheinen hier genau mit jenen übereinzustimmen. Aber weiterhin am Guerdenazza-Gebirge ist dies nicht mehr der Fall, ebenso wenig wie am Pordoi-Gebirge und Set Sass. Es ist klar, dass die Riffe dieser Berge und der östlich angrenzenden, so weit sie in den Bereich unserer Karte fallen, schon das Ende ihres Wachsthums erreicht hatten, als der Schlern, Rosengarten und Langkofl sich noch fort und fort erhoben; denn sie bleiben an Höhe um mehrere tausend Fuss unter den letzteren zurück. Es mögen Ströme süssen Wassers vom nördlichen Festland her ihre Richtung verändert und dadurch das Wachsthum dieser Riffe so plötzlich unterbrochen haben. Alle diese niedrigen Riffe nun sind mit den früher beschriebenen lockeren, weissen Schichten mit Spuren von Raibler Versteinerungen bedeckt. Das Gestein ist sandsteinartig fein zermahlen und entspricht wahrscheinlich dem Korallensand, welcher sich in der Südsee in weitem Umkreis um die Riffe absetzt. Auf den Riffen wurde er später von andern festen Gesteinen bedeckt, daher seine Schichten so wohl erhalten sind. Auf dem Grunde des tiefen Meeres jedoch, zwischen den Riffen, musste er sich theils schon damals mit andern Sedimenten vermengen, theils, wo er sich frei ablagerte, später schnell fortgeführt werden.

Diesen eigenthümlichen Lebensbedingungen entspricht die Fauna der Raibler Schichten in Süd-Tyrol in auffallender Weise. Gehen wir wiederum von dem Schlern aus, so begegnen wir hier, wie

früher erwähnt, abgesehen von den Schalenfragmenten, welche ganze Bänke bilden, und dem feinen Korallenkalksand, einer *Gastropoden-Fauna,* welche noch nirgends in Raibler Schichten bekannt ist. Es treten, wie es scheint, nur *Asiphonobranchiaten* auf, also Thiere, welche an felsigen Riffen herumzukriechen pflegen. Da nun das rechte Horn des Schlern sich über die rothen Schichten als ein freies Riff erhebt, so waren auf der Höhe dieses Atolls hinreichende Bedingungen für das Leben der genannten Thiere gegeben. Sie fanden ebenso wie die zahlreichen *Pelecypoden* hinlängliche Nahrung an den verwesenden Korallenthieren. Die Reste von *Echinodermen,* den nie fehlenden Bewohnern der Korallenriffe, kommen, wie erwähnt, nur in Fragmenten den Schalenbreccien eingeschlossen vor und scheinen auf zahlreiche Thiere zu deuten. Dagegen fehlt es gänzlich an Vertretern der *Cephalopoden, Brachiopoden* und *Crinoideen,* also der Thiere des tiefen Meeres. Gerade ihre Reste erhalten sich so leicht und man kann daher mit ziemlicher Sicherheit den Schluss auf ihr gänzliches Fehlen machen; dagegen sind sie auf dem tiefen Meeresgrunde neben dem Schlern zu erwarten. *Korallen*-Reste sind in nicht geringer Menge in den rothen Schichten des Schlern eingeschlossen. Die Aehnlichkeit mit den Ablagerungen auf den Atolls der Südsee ist Zug für Zug in die Augen springend und es wäre von grossem Interesse, die Faunen noch näher zu vergleichen. Auf allen anderen Dolomitriffen ist die Analogie nicht so auffallend. Die meisten waren während der Lebenszeit der Schlernfauna schon abgestorben, andere bauten noch höher hinauf; auf einem grossen Theil ist nur jener weisse dolomitische Sand abgelagert, doch kommen auch rothe Schichten vor. Gleich darüber erheben sich dann die Dachstein-Dolomite, und da sie ausserdem gewöhnlich über unzugänglichen Wänden zu Tage anstehen, so hat man nirgends mehr einen so klaren Aufschluss wie am Schlern.

Gleichzeitige Sedimente zwischen den Korallenriffen. Der Riffbau der Korallen konnte in Süd-Tyrol nicht die einzige Art der Sedimentbildung während der Periode der Senkung sein. Wenn sie auch den grössten Theil der chemisch gelösten Stoffe für ihre Secretionen absorbirten, so blieb doch noch ein Theil derselben für anderweitige Verwendung übrig und die Producte mechanischer Zerstörung, welche theils von dem nahen Festland herabgeschwemmt, theils von dem lockeren Meeresgrund durch Strömungen aufgewühlt, theils von den Wänden der Riffe abgerissen wurden, mussten fast sämmtlich zu Tiefenablagerungen verwendet werden, da die Zusammenschwemmungen zwischen den Korallenstöcken auf den Riffen nur wieder aus demselben Material wie diese selbst bestehen konnten, daher auch mit dem Ganzen zu einer zusammenhängenden Masse cämentirt wurden. Ich hatte bereits mehrfach im Vorigen Gelegenheit, auf derartige Sedimente zwischen den Riffen hinzudeuten. Sie erreichen natürlich ihre grösste Mächtigkeit in unmittelbarer Nachbarschaft der letzteren und sind daher ebenso verbreitet wie diese. Ich verfolge sie von den höheren zu den tieferen Theilen.

Selten findet man an einem Schichtensystem die jüngere und ältere Abtheilung zusammen aufgeschlossen. Die jüngere ist besonders am Fuss solcher Riffe zu suchen, welche am längsten fortgebaut haben, also am Schlern, Langkofl, Rosengarten, Marmolata, die ältere an denen, welche früh in ihrem Weiterbau unterbrochen wurden, also am Set Sass, Guerdenazza, Pordoi u. s. w. Diese lagerte sich in den ersten Zeiten der Senkung ab, also in einem verhältnissmässig seichten, jene in einem ungleich tieferen Meere. Dieser Umstand bedingt einen wesentlichen Unterschied, indem dort ein ungeheuerer Reichthum an Versteinerungen, hier eine geringe Zahl auftritt. Wenden wir uns zunächst zu den *jüngeren Zwischenriff-Sedimenten,* so gehören hieher jene eigenthümlichen Schichten, denen wir am Zug des Sasso di Capell, am Bufaure-Gebirge und an den Rosszähnen begegneten. Es sind Zusammenschwemmungen der Zerstörungsproducte älterer Tuffschichten mit zahlreichen eingeschlossenen scharfeckigen Kalkfragmenten, ganz und gar regenerirte Gesteine, abwechselnd mit kurz abge-

setzten Kalkbänken. Betrachten wir erst diese letzteren, so muss man in ihnen ebenfalls ein Gebilde von Korallen erblicken. Denn diese Kalkbänke streichen, trotz der oft vollkommen söhligen, ungestörten Schichtung, nicht weit fort und lassen sich nie durch das ganze Schichtensystem verfolgen, sondern jede von ihnen ist eingelagert wie ein grosses Bruchstück einer dicken Kalkplatte, mit schroffem Absatz beginnend und ebenso schroff endigend. An Wänden, welche die Schichtfolge durchschneiden, wie im Marmolata-Thal, sieht man sie in dieser Weise in den verschiedensten Höhen eingelagert. In einem horizontal aufgebauten Schichtensystem ist aber ein solches Verhältniss wiederum nur durch thierische Thätigkeit erklärbar. Analoge Erscheinungen in den jetzigen Meeren beschreibt Siau von der Insel Bourbon, welche ganz von Korallenriffen umgeben ist: „Die Arbeiten der Korallenpolypen sind so manchfaltig als ihre Arten. Einige und zwar die am weitesten verbreiteten setzen sich familienweise auf dem Boden des Meeres fest, auf einem vulcanischen oder anderen Gestein, das von der Wirkung der Wellen nicht getroffen wird. Jede Familie baut einen abgesonderten Höcker, welcher sich bis zur Höhe von 6 bis 9 Fuss durch die Arbeiten vieler Generationen erhebt. Der Boden wird in dieser Weise von Höckern bedeckt, welche sich sehr häufig verbinden, berühren oder einander nähern und so bisweilen offene Räume zwischen sich lassen, in welche Korallensand und Korallentrümmer vom Meere geschwemmt werden. Auf diese frische Schicht kommen neue Familien und bilden eine andere Schicht. Die letzteren sind von den ersteren unabhängig. Bisweilen ruhen sie ganz auf den älteren Höckern, bisweilen auf den mit Sand erfüllten Zwischenräumen. Die Räume zwischen den Höckern dieser zweiten Schicht werden ebenfalls mit Sand und Trümmern erfüllt"[1]. Diese Art der Arbeit gilt nur für gewisse Korallenarten und scheint dem Aufbaue der Gesteine am Zug des Sasso di Capell zu entsprechen. Doch ist hier der Korallensand mit regenerirter Tuffmasse vermengt und tritt als hervorragender Theil des Schichtensystems auf. Auch sind die einzelnen Korallenplatten grösser und isolirter. Die Arbeit der Polypen wurde wahrscheinlich periodisch durch die Zuführung bedeutenderer Mengen von Tuffschlamm unterbrochen.

Aehnlichen Erscheinungen, wie sie hier nach Beendigung der Tuffperiode erfolgten, begegnen wir auch schon früher in dem zweiten Theil der letzteren, als die Senkung bereits stattfand. Damals bildeten sich in Perioden der Ruhe jene isolirten klippigen Kalkbänke, welche sporadisch den Tuffen eingelagert sind und die ich als „Kalkstein von Cipit" bezeichnete. In ihm sind die Korallenstöcke oft noch auf das Vollkommenste erhalten, da das Gestein dazu mehr geeignet war. Er kann daher auch als ein ziemlich wichtiger Beleg für unsere Theorie der Bildung der Kalkbänke am Sasso di Capell gelten. Wie am Sasso di Capell und dem ganzen zugehörigen Höhenzuge, so treten die kurz abgesetzten Kalkbänke auch auf dem Bufaure-Gebirge, insbesondere am Creppa-Berg und am Fuss des Colatsch-Berges, auf, ferner an den Rosszähnen und vielleicht am Grunser Bühel.

Die Mächtigkeit, welche die jüngeren Ablagerungen zwischen den Riffen am Zug des Sasso di Capell erreichen, ist ausserordentlich. Schon bei Gelegenheit der geognostischen Beschreibung erwähnte ich, welch' wunderbaren Eindruck es macht, am Fedaja-See zur Rechten die majestätischen Kalkmassen der Vedretta Marmolata aufsteigen zu sehen, während sich zur Linken auf derselben Unterlage neben jenem Massiv das System der söhlig gelagerten Schichten des Sasso di Capell aufbaut. Noch wunderbarer wird der Anblick, wo das Marmolata-Thal sich tief und eng zwischen das Riff und die angelagerten gleichzeitigen Sedimente einsenkt. Die einförmige, erhabene Kalkwand contrastirt so auffallend gegen den wechselvollen und doch vollkommen regelmässigen Schichtenbau der anderen Thalwand, dass man lange vergebens nach einer Erklärung sucht. Indessen dürfte sich unserer Annahme kaum noch irgend

[1] Citat nach De la Bèche.

eine Schwierigkeit entgegensetzen. Denn wie sich für die kleinen Kalkbänke ein Analogon in den jetzigen Korallenmeeren fand, so ist es auch mit den Zwischenschichten. Nach Darwin bauen die Korallen gern an den äussersten Theilen des Riffes und gedeihen hier am üppigsten. Dadurch werden in steter Wiederholung überhängende Ränder gebildet, welche von der Brandung abgerissen und nach der Tiefe geführt werden. Als scharfeckige, rauhe Bruchstücke kommen sie hier an und werden in die eben in Bildung begriffene Gesteinsmasse vergraben. Daher findet man neben den Korallenriffen so auffallend grobe Conglomerate, worin scharfeckige Kalkbruchstücke in schwarzer Tuffmasse liegen. Die Korallenstructur ist natürlich im Lauf der Zeit in den Fragmenten ebenso verschwunden wie in der grossen Masse des Riffs. Dadurch erklären sich diese Conglomerate, wie sie ausser am Sasso di Capell und im Marmolata-Thal sehr ausgezeichnet oberhalb der Sennhütte am Mahlknecht oder Molignon anstehen, in einfacher, ungezwungener Weise, während sonst die eckige Gestalt der Einschlüsse im innern Sedimentgestein sich kaum in befriedigender Weise ergründen liesse. Aehnlich verhält es sich mit den anderen Schichten, welche in Wechsellagerung mit den genannten Conglomeraten auftreten. Theils sind es Gesteine, welche denselben im Wesentlichen gleichen und in denen nur die Kalkfragmente bis zur äussersten Kleinheit herabsinken; theils walten diese an Masse vor, sind zu einem festen Gestein zusammengesintert und umschliessen Bruchstücke von schwarzem Tuff oder auch von Conglomeraten. In welcher Masse und Ausdehnung der aus kleinen Fragmenten bestehende Korallensand an den äusseren Seiten der jetzigen Riffe in der Südsee abgelagert wird, beweisen die Sondirungen von Darwin und Capitän Perry. Bei den Korallenriffen der Triasperiode war seine Rolle nicht minder bedeutend; er gab das hauptsächlichste Material zu einem grossen Theil der beschriebenen Tiefenablagerungen. An den meisten Stellen sind diese letzteren längst fortgeführt; nur die härteren Wände des Riffs sind geblieben und bis zu ihrer Unterlage entblösst, so am gesammten Rosengarten-Gebirge, am Latemar und an vielen anderen Bergen. Wo sie noch vorhanden sind, wäre es zu einer näheren Prüfung sehr wichtig, ihre allerdings unvollkommenen Faunen zu untersuchen und mit denen der Cassianer und Raibler Schichten zu vergleichen. Gewiss wird man bei einigem Nachsuchen auf dem Zug des Sasso di Capell noch eine reiche Fauna der Raibler Schichten finden.

Wie diese Gebilde aus den letzten Zeiten der Senkung in innigem Zusammenhang mit den Raibler Schichten stehen, so führt uns die Betrachtung der *älteren Zwischenriff-Sedimente,* also der aus der ersten Periode des Riffbaues stammenden, noch einmal auf die Schichten von St. Cassian und ihr Verhältniss zu dem Schlern-Dolomit und den Raibler Schichten in unserem Gebiet. Blicken wir auf die Fauna der früheren Zeit zurück, so hatte sich während der Tuffperiode ein mehr und mehr zunehmendes Anwachsen in der Zahl der Formen ergeben, bis daraus die entwickelte Fauna von St. Cassian entstand. Es stellt sich jetzt, da der Charakter der den Tuffablagerungen folgenden Periode völlig klar ist, die Frage, ob denn mit dem ersten Erscheinen der Korallenriffe die Fauna von St. Cassian plötzlich erloschen sei und nicht vielmehr zwischen den Riffen bis in späte Zeit fortexistirt habe. Man müsste ein so plötzliches Verschwinden schon *a priori* in Abrede stellen, denn der Anfang der Korallenriffbildung ist nicht durch eine heftige Katastrophe bezeichnet, er ist nicht gleichzeitig in allen Theilen des Meeres und eröffnet keine neue Periode. Die Existenzbedingungen der Thiere haben dadurch keine Einschränkung erfahren, sondern vielmehr eine wesentliche Unterstützung zu üppigerer Entfaltung erhalten, und ausserdem sind ja die Korallen selbst nur ein Glied der reich entwickelten Thierwelt, welches sich vor den andern nur durch besondere Lebensform und durch massenhaften Aufbau der Gehäuse auszeichnet. Daher entstanden auch gewiss nicht alle Riffe gleichzeitig; es können Jahrtausende zwischen dem ersten Ansatz eines und des andern Riffes vergangen sein, während dem in den

Zwischenräumen die früheren Lebensbedingungen mit einziger Veränderung der Tiefenverhältnisse fortdauerten. Es lässt sich daraus der Schluss ziehen, dass derjenige Theil der Fauna von St. Cassian, welcher bereits vor dem Anfang des Riffbaues lebte, also im Wesentlichen die am Grunde des Meeres lebenden Arten, in seinem Bestehen oder Verschwinden von dem Erscheinen der Korallenriffe ganz unabhängig war, dass aber sein Untergang durch die beständige allmälige Senkung des Meeresbodens, der die Erhöhung desselben nicht gleichkam, nothwendig herbeigeführt werden musste und neue, der wachsenden Tiefe mehr und mehr entsprechende Arten an seine Stelle traten, also hauptsächlich *Cephalopoden*, *Brachiopoden* und *Crinoideen*. In der Nähe der Riffe mussten ihnen durch die Strömungen, durch die in Lösung befindlichen Stoffe und den Reichthum an organischer Substanz die günstigsten Lebensbedingungen geboten sein, daher sie hier besonders zur Entwickelung kommen mussten. Die Riffe erhoben sich viele tausend Fuss, die Zwischenräume blieben tief und nahmen mehr und mehr an Tiefe zu. Es musste daher nothwendig eine Periode eintreten, in welcher auch diese Fauna ausstarb und gar keine Thiere lebten, als die Bewohner der Atolls. Hier aber musste sich eine ganz neue Fauna entwickeln. Es ist bekannt, welch' reicher Schauplatz animalischen Lebens die Korallenriffe sind. Ausser dem für den Aufbau der Schalthiergehäuse nothwendigen Gehalt an Kalk, Fluor, Phosphorsäure u. s. w. scheint besonders die geringe Tiefe unter dem Meer, die heftige Brandung, die Menge an lebender und verwesender organischer Substanz der Existenz jener Thiere günstig zu sein. Der grösste Theil der Bewohner besteht aus *Asiphonobranchiaten*, *Gastropoden* und *Echinodermen*, besonders *Holothurien* und *Cidariten*, während in den Höhlungen zur Seite sich gern *Cephalopoden* aufhalten. Wirft man einen Blick auf die Fauna von St. Cassian, wie ich sie oben in wenig Worten dargestellt habe, so sieht man leicht, dass gerade diejenigen Thierklassen vertreten sind, welche der Riffbau voraussetzen lässt. *Brachiopoden* und *Crinoideen* am Boden des Meeres, *Ammoniten* dort und an den Seiten des Riffes, *Asiphonobranchiaten* und *Echinodermen* an den Rändern des Riffes — die Reste aller dieser Thiere mussten am Boden des Meeres in denselben Schichten vergraben werden, und in der That finden wir sie beinahe allein die Schichten von St. Cassian erfüllend, während *Siphonobranchiaten*, *Crustaceen* und andere Abtheilungen der Thiere gänzlich fehlen. Endlich sind eine grosse Zahl von Bruchstücken von *Korallen* und *Spongiten* vorhanden, wie sie von den Rändern des Riffes in die Tiefe gespült werden müssen. So nur konnte es geschehen, dass Thiere so vieler, an die verschiedensten Tiefen gebundener Klassen in so grosser Zahl und so reicher Formentwickelung in denselben Schichten nebeneinander liegen. Ein grosser Theil der Riffbewohner musste allerdings in den Dolomit eingeschlossen werden; allein die meisten Schalen wurden hier dolomitisirt, nur die grossen *Globosen Ammoniten*, welche sich vielleicht in den seitlichen Höhlungen aufgehalten haben mögen, und einige *Gastropoden* sind erhalten geblieben.

Erklärt sich so der Reichthum der Fauna von St. Cassian in ungezwungener Weise, so haben wir nun noch einige schwierigere Fragen zu erörtern. Wenn die Fauna von St. Cassian in dem eng begrenzten Raum des Gebietes unserer Karte durch die allmälige Senkung desselben theilweise aussterben und in späterer Zeit der Fauna von Raibl Platz machen musste, so sollte man erwarten, dass bei dem unendlich langsamen Verlauf der Senkung die Thierwelt sich mehr und mehr nach andern Theilen des Meeres je nach der Veränderung der Tiefe hätte zurückziehen müssen; man müsste unter Andern ein zonenweises Vorrücken der Fauna des Meeresgrundes gegen die Central-Alpen voraussetzen. Dies findet auch in der That bei einem grossen Theil der Thierwelt statt; allein eine weit grössere Anzahl musste mit dem Verlassen des engen Gebietes, das sie in der Periode der Tuffniederschläge bewohnt hatte, aussterben, da die Lebensbedingungen wesentlich andere wurden. Nur einzelne Arten vermochten sich auch anderen Verhältnissen zu accommodiren und gediehen sogar in denselben noch üppiger. Dahin gehört die Fauna

von Bleiberg und die Fauna des Hallstätter Kalks. Nirgends könnten sich diese deutlicher als eine Fortsetzung und besondere Facies der St. Cassian-Fauna unter veränderten Lebensbedingungen erweisen, als in den Süd-Alpen, wo die langsame Erweiterung des engbegrenzten Tuffmeeres, das allein eine St. Cassian-Fauna enthalten konnte, in so klarer Weise hervortritt.

War schon das Tuffmeer in Süd-Tyrol mit seinen riffartigen Ufern von Mendola-Dolomit, seinen weichen, schlammigen Niederschlägen, mit seinem Reichthum an Zersetzungsproducten und mit seinem buchtförmigen Eingreifen in ein Festland, von dem die zerstörten Theile einer wahrscheinlich in einigen Gegenden üppigen Vegetation herabgeführt wurden, für animalisches Leben besonders günstig und mussten alle diese auszeichnenden Verhältnisse auf dem erloschenen Heerd vulcanischer Thätigkeit auch eine in ihrem Charakter vollständig individualisirte Thierwelt hervorbringen, so wäre doch niemals eine so reiche Fauna ohne den Einfluss der riffbauenden Korallen entstanden. Es bleibt noch übrig, die Uebereinstimmung der auseinandergesetzten Verhältnisse der Fauna mit der Lagerung darzuthun und die Gründe aufzusuchen, wesshalb man nur bei St. Cassian die vollständig entwickelte Fauna findet. Unsere früheren Profile und Darstellungen ergaben, dass der Schlern-Dolomit des Set Sass, an dessen Fuss der Fundort liegt, zwar auf versteinerungsführenden Tuffschichten ruht, aber die reichsten Schichten ihm angelagert sind; es ist also hier ganz deutlich, dass die vollkommenste Entwickelung erst stattfand, als bereits die Korallen ihr Riff aufbauten. Ein wichtiger petrographischer Umstand scheint mit dieser gleichzeitigen Entstehung zusammenzuhängen. Es ist das feinkörnig oolithische Gefüge, welches die versteinerungsreichsten St. Cassian-Schichten bei der Verwitterung annehmen und welches erst bei den angelagerten Schichten erscheint. Auch wo es sich sonst wiederholt, wie in mehreren Theilen der Seisser Alp u. s. w., sind die Umstände derartig, dass ein Zusammenhang dieses Gefüges mit den Korallenriffen wahrscheinlich wird. Die Korallenriffe der Jetztzeit sind von einer grossen Anzahl von Thieren belebt, welche sich von den Polypen nähren und die festen, kalkigen Bestandtheile in den Excrementen wieder von sich geben. **Darwin**, **Beechey** und Andere beschreiben, wie sich diese kleinen kalkigen Excremente zusammen mit den Schalen der Conchylien in ausgedehnten Schichten ansammeln. Es ist sehr wahrscheinlich, dass solche Schichten, wenn sie fest würden, genau das Gestein der versteinerungsreichsten St. Cassian-Schichten ergeben müssten: kleine runde Kalkkörnchen, mit Schalthiergehäusen vermengt, und das Ganze durch kohlensauren Kalk cämentirt.

So einfach wie alle diese Umstände erklärt sich wahrscheinlich auch die schon früher angedeutete allmälige Entwickelung und Veränderung, welche die Fauna von St. Cassian im Lauf der Zeit erfahren hat. Zur Erledigung dieses schwierigen Gegenstandes sind genauere Untersuchungen nothwendig, als ich sie ausgeführt habe. Nur Einen Umstand kann ich nicht unerwähnt lassen; es ist das Ueberhandnehmen der Echinodermen in den höheren Schichten. Das Korallenriff des Set Sass erreichte zu schnell sein Ende, als dass hier die Beobachtung deutlich anzustellen wäre; denn mit dem Riffbau erloschen auch an diesem Ort die eigenthümlich gestaltenden Bedingungen und die Fauna starb schnell aus, da keine weiteren Niederschläge den Betrag der Senkung auszugleichen suchten und bald die Tiefe des Meeres zu bedeutend für animalisches Leben war. Diesem Umstand ist es zu danken, dass an diesem Ort die versteinerungsreichsten Schichten von keinen weiteren Sedimenten bedeckt wurden und so vortrefflich für die Untersuchung anstehen. — Allein selbst am Set Sass walten in den höchsten Schichten in unmittelbarer Nähe des Riffs Gastropoden und Cidaritenstacheln vor. In erhöhtem Masse ist dies an den Rosszähnen der Fall. Hier dauerte der Bau der benachbarten Riffe ungleich länger fort, die Fauna der Tiefe starb zwar mit vorschreitender Senkung schnell aus, allein in den Schichten, welche sich hier fort und fort aus Fragmenten der Riffe und zusammengeschwemmtem Tuffmaterial bildeten, wurden Cidariten-

stacheln noch durch lange Zeit in Menge begraben. Sie sind ein verbindendes Glied zwischen den beiden Faunen am Anfang und am Ende der Korallenriffbildung.

Die allgemeine langsame Senkung von Süd-Tyrol vom Ende der intensivsten vulcanischen Thätigkeit an bis zur Ablagerung der Raibler Schichten ist somit eins der wichtigsten Momente in der Gestaltung dieses Landes. Sie erklärt in einfacher und deutlicher Weise das plötzliche Verschwinden der am reichsten entwickelten Fauna, welche vielleicht je einen beschränkten Theil des Meeresbodens bewohnt hat, sie erklärt ebenso den Aufbau isolirter mächtiger Stöcke von Kalk und Dolomit und vermag am innigsten den Zusammenhang zwischen der Geschichte von Süd-Tyrol und der von anderen Theilen der Alpen herzustellen.

7. Zweite langsame Hebung.

Endlich erreichte auch die Korallenriffbildung ihr Ende, aber wol nicht gleichzeitig in dem ganzen Gebiet. Wie ihr Aufbau zwar in einer gewissen Periode, aber nicht momentan begann, sondern bald hier, bald da die flottirenden Thierchen einen für ihre Entwickelung günstigen Boden fanden, so geschah auch der Abschluss nicht in einem Moment. Bereits hatten wir Gelegenheit, darauf hinzuweisen, wie der Unterschied in der Höhe der Riffe bei ungestörter, gleicher Unterlage oft mehrere tausend Fuss beträgt und wie dies darauf hinweist, dass Ströme süssen Wassers und andere derartige Umstände die Entwickelung einzelner Riffe unterbrachen, während ein allgemein hinderndes Moment erst weit später eintrat; dies war der Beginn einer langsamen Hebung an der Stelle der allmäligen Senkung. Der Uebergang ist unmerklich und der Zeitpunkt des Umschlagens lässt sich auf keine bestimmte Schicht zurückführen. Die hohen Riffe Langkofl und Rosengarten, die, von keinen Schichten bedeckt, gewiss schon viel von ihrer Höhe verloren haben und doch noch jetzt selbst den Schlern weit überragen, machen besonders das Auffinden eines Wendepunktes schwierig. Doch lässt er sich auf Umwegen ungefähr festsetzen. Nach unserer eben auseinandergesetzten Theorie der Entstehung der Raibler Schichten auf den Riffen gehören dieselben noch der Zeit der Senkung an. Nach der Blüthezeit dieser reichen Fauna muss aber die Senkung noch gegen 2000 Fuss betragen haben, da der Langkofl um so viel die Raibler Schichten des Schlern überragt. Da konnte natürlich die Fauna nicht mehr weiter leben und die Schichten, in denen sie begraben war, mussten entweder das Riff frei krönen, oder von neuen Niederschlägen bedeckt werden. Das Letztere hat fast überall stattgefunden, indem sich feinkörnige geschichtete Dolomite auf dem Schlern und andern Bergen noch über den Raibler Schichten aufthürmen. Diese können also nur der Zeit angehören, welche zwischen dem durch die wachsende Tiefe herbeigeführten Aussterben der Raibler Fauna und ihrem Wiederauftauchen über die Wasserfläche verfloss. In sie wird man daher auch den Wendepunkt der beiden Bewegungen am Schlern zu setzen haben. Diese Schichten gehören, wie früher gezeigt wurde, dem Lias an. Es ergibt sich daraus, dass der Wechsel der Senkung und Hebung nicht mit dem Wechsel der Formationen zusammenfällt, sondern selbst schon der Liasperiode angehört.

Die Grenze zwischen einem Hebungsfeld und einem Senkungsfeld muss immer durch eine Linie der Ruhe bezeichnet sein, und mit den allmäligen Veränderungen in den Bewegungen wird auch diese Linie einer allmäligen Verschiebung unterworfen sein. Da aber jenes Aufwärts- und Abwärtsbewegen auf der ganzen Erde und ununterbrochen, überall aber mit periodischen Schwankungen stattfindet, so wird es wahrscheinlich, dass auch jene Linien der Ruhe niemals, oder höchstens auf sehr kurze Zeit, mathematisch gleich bleiben, sondern sie werden ununterbrochen auf der ganzen Erde ihre Lage durch allmälige Weiterbewegung verändern. Wenn nun auf gleichem Gebiet eine Senkung mit einer Hebung wechselt, und dies nicht, wie in unserem früheren Fall, durch eine plötzliche Katastrophe geschieht, so wird es

durch ein einfaches Fortbewegen der Linie der Ruhe vor sich gehen, indem das Hebungsfeld allmälig wächst, das Senkungsfeld abnimmt. Dies lässt sich bei den Bewegungen der Nordländer oft mit überraschender Genauigkeit nachweisen. Dies fand nun auch am Ende der Korallenriffbildungen in Süd-Tyrol statt. Das Ende der langsamen Senkung wurde dadurch herbeigeführt, dass ein westliches Hebungsfeld mehr und mehr gegen Osten auf Kosten des Senkungsfeldes an Ausdehnung zunahm. Die Grenzlinie scheint von Südwest nach Nordost gerichtet gewesen zu sein und schritt sich selbst parallel nach Osten vor. Dadurch war im Westen Festland, als im Osten noch das Land vom Meer bedeckt war; darum hob sich die Mendola früher aus der Fläche des letzteren, als der Schlern, und der Schlern früher als die Ampezzaner Alpen. Die Schichten, welche auf dem Schlern-Dolomit und den Raibler Schichten lagern, geben davon den klarsten Beweis. Am Schlern sind dieselben kaum einige hundert Fuss mächtig, am Pordoi-Gebirge erreichen sie gegen 1000 Fuss, am Monte Tofana und den Ampezzaner Alpen sind sie noch mächtiger; ihr Maximum der Entwickelung aber erreichen sie in Südosten am Monte Pelmo, Monte Antelao, Monte Civitá, Marmolata u. s. w. im Venetianischen, deren imposante, bis 11,000 Fuss aufragende Steinpyramiden von grosser Tiefe an ganz aus Liaskalken aufgebaut sind. Diese Gegenden senkten sich noch, als der Schlern sich bereits hob, und blieben ungleich längere Zeit vom Meere bedeckt. Ein Umstand bietet hierbei der Erklärung grosse Schwierigkeit; es ist das ausschliessliche Auflagern der Kalke und Dolomite der Lias auf dem Schlern-Dolomit, während so grosse Strecken des Meeresbodens frei davon waren. Dies könnte zu der Annahme verleiten, dass sie sich nur in ganz geringer Tiefe unter der Oberfläche des Meeres ablagern konnten und gleichfalls durch thierische Thätigkeit aufgebaut wurden. Allein es fehlt hier allzu sehr an bestimmten Anhaltspunkten und es stellen sich nirgends jene klaren Analogien mit den Korallenriffen der jetzigen Meere heraus, wie bei den Gebilden des Schlern-Dolomits. Hierüber werden Untersuchungen in andern, günstigeren Gegenden entscheiden müssen.

So wurde das Gebirge der Umgegend von St. Cassian, Predazzo und der Seisser Alp allmälig wiederum Festland. Erst ragten die Riffe über die Meeresfläche, nachher auch das Tuffplateau. Strömungen zwischen den Inseln und die Brandung mochten schon damals während der allmäligen Hebung die Gestalt des Landes bedeutend verändern und den Grund zu dem vielgliedrigen Flussnetz legen, das sich nachher in den ehemaligen Meeresboden eingrub.

8. Weitere periodische Oscillationen.

Was nach den ersten Niederschlägen des Lias geschah, darüber gibt das südöstliche Tyrol keinen Aufschluss. Man muss ihn dort suchen, wo weitere Ablagerungen stattfanden, also in den Ampezzaner, Kärnthner, Venetianer Alpen und in dem südlichsten Tyrol. Die Vergleichung der Erscheinungen würde fast für alle späteren Perioden auch ein allgemeines Bild von den langsamen Hebungen und Senkungen zu geben vermögen, denen unser kleines Gebiet unterworfen war. Allein sie haben für dasselbe kein Interesse, da sie ganz ohne Einfluss auf die weitere Entwickelung des Landes waren und höchstens durch ihre allmäligen Combinationen allgemeine Niveauveränderungen verursachten. So wichtig immerhin ihre Untersuchung für die Kenntniss der Geschichte der Alpen und insbesondere der Süd-Alpen wäre, auf dem Gebiet unserer Karte existirte fortan nur noch Eine fortdauernde Periode des Festlandes [1]. Aber um so mehr arbeiteten von nun an die atmosphärischen und die fliessenden Gewässer ununterbrochen an der Umgestaltung seiner Oberfläche.

---

[1]) Die miocäne Wasserbedeckung einzelner Theile ist nicht hinreichend nachgewiesen.

B. Periodische Entwickelung und innerer Zusammenhang der eruptiven Thätigkeit.

Die Eruptivgesteine im südöstlichen Tyrol gehören, wie die Betrachtung ihrer geognostischen Verhältnisse erwiesen hat, zum grössten Theil einer kurzen Periode an; nur zwei Gesteine zeigten sich als Vorläufer aus einer weit früheren Zeit, während ein Gestein von jüngerem Alter als die Triasperiode in unserem Gebiet nicht bekannt ist. Erst in den benachbarten vicentinischen und venetianischen Gebieten und in den Umgebungen des Garda-See's erscheinen Producte von Eruptionen aus einer dritten Periode. Es ist nun in dem historischen Theil der Betrachtung unsere Aufgabe, von dem höchsten geologischen Gesichtspunkt die Eruptionsepochen aneinanderzureihen, Bildungszeiten und Bildungsproducte unter einander zu vergleichen, den inneren genetischen Zusammenhang der Eruptivgesteine zu ergründen und die Rolle der Gesteinsreihen in der Geschichte des Landes darzustellen. Ich habe diesen Gegenstand bereits an einem andern Ort behandelt [1]) und fasse hier die dort aufgestellten Resultate noch einmal zusammen. Der veränderte Gesichtspunkt wird es möglich machen, hier noch Einiges hinzuzufügen. Auch werden wir die engen Grenzen unseres speciellen Gebietes oftmals verlassen, um die Eruptivgesteine aus weiterem Umkreis mit in den Bereich der Betrachtung zu ziehen. Die Schwierigkeit des Gegenstandes macht es mehr als bei früheren Abschnitten nothwendig, etwas weiter zurückzugehen und die Resultate, welche sich aus allen bisher bekannten Untersuchungen über den inneren Zusammenhang der Eruptivgesteine überhaupt ableiten lassen, zusammenzustellen. Insbesondere verlangen die scheinbaren Abweichungen von den sonst deutlich ausgesprochenen Gesetzen, welche in Süd-Tyrol häufiger als in irgend einer andern Gegend sind, ein tieferes Eingehen auf den ganzen Bereich der mit der vulcanischen Thätigkeit der Erde zusammenhängenden Erscheinungen. Es möge hierin seine Rechtfertigung finden, wenn wir von einigen längst bekannten und festgesetzten Thatsachen ausgehen, um aus ihnen das Weitere abzuleiten.

1. Einleitende Bemerkungen.

Vergegenwärtigt man sich den Zustand des Erdinnern, so weit man ihn bisher auf inductivem Wege kennen gelernt hat, so ist es zunächst ein fast allgemein angenommenes Axiom, dass unter der festen Erdrinde geschmolzene chemische Gemenge folgen, in denen jeder Bestandtheil nach einem bestimmten Zahlengesetz mit dem anderen vermengt ist. **Bunsen** hat in seinen bekannten klassischen Abhandlungen gezeigt, dass die bisher durch Eruption an die Oberfläche gelangten Theile des Erdinnern sich ihrer chemischen Zusammensetzung nach in eine Reihe mit unendlich vielen Gliedern zwischen zwei festen Endpunkten anordnen lassen, dass man zufolge jenes Zahlengesetzes die Kieselsäure oder jeden andern beliebigen Gemengtheil als Eintheilungsprincip der Reihe anwenden kann und sie in jedem Fall dieselbe bleibt. Das Gesetz wurde für die neueren vulcanischen Gesteine von Island aufgestellt und danach den Endgliedern die Namen eines *normaltrachytischen* und *normalpyroxenischen* Gemenges gegeben. Bald darauf zeigten **Streng**, **v. Tribolet** und Andere, dass dasselbe auch für granitische und porphyrische und für die Eruptivgesteine im Allgemeinen Giltigkeit habe, während zugleich **Baron Sartorius von Waltershausen** das Gesetz ein wenig modificirte und in geistvoller Weise für weitere Schlüsse anwendete. Es ist bekannt, dass in neuester Zeit auch **Durocher** sich auf Grund eigner Untersuchung der Annahme des Gesetzes anschloss und allgemeinere Resultate daraus abzuleiten versuchte.

---

[1]) Einige Andeutungen in: „Bildung und Umbildung" u. s. w. Ausführlicher in: „Bemerkungen über die Trennung von Melaphyr und Augitporphyr".

Einer weit früheren Zeit gehört die Beobachtung an, dass die kieselsäurereichsten Glieder die specifisch leichtesten sind, und **Abich** machte bereits im Jahre 1841 auf den innigen Zusammenhang zwischen beiden Factoren aufmerksam; nach der Feststellung jener Reihe aber ergab es sich mit Gewissheit, dass das specifische Gewicht mit der Abnahme der Kieselsäure stetig steigt und daher der Theorie nach ein in gleicher Weise anwendbarer Factor für die Reihung ist, wie die einzelnen chemischen Bestandtheile, wenn es auch in der Praxis wegen seiner Abhängigkeit von der physikalischen Ausbildung der Gesteine und von späterer Zersetzung nicht mit der Sicherheit wie zum Beispiel die Kieselsäure benutzt werden kann. Man war aber doch berechtigt, aus dem Bestehen des Gesetzes den Schluss abzuleiten, dass, als die Eruptivgesteine sich noch als geschmolzene chemische Gemenge im Erdinnern befanden, sie dort nach dem specifischen Gewicht und in Folge dessen nach dem Kieselsäuregehalt und überhaupt nach der chemischen Zusammensetzung angeordnet waren, so zwar, dass in den chemischen Gemengen, je weiter sie von der Erdoberfläche entfernt sind, desto mehr der Kieselsäuregehalt abnimmt und das specifische Gewicht steigt. Dieses Gesetz hat sich bis zu den letzten Consequenzen auf das Glänzendste bestätigt, für das specifische Gewicht durch das Verhältniss der Schwere der gesammten Erdmasse zu ihrem Betrage an der Erdoberfläche, für beide Factoren aber durch die periodische Erscheinung und die räumliche Anordnung der Eruptivgesteine an der Erdoberfläche. — Als das ganze Erdsphäroid noch ein geschmolzener Ball war, musste die Anordnung nach dem specifischen Gewicht und der chemischen Zusammensetzung am vollkommensten sein.

Von dem ersten Eintreten der Bildung einer festen Rinde durch Erstarrung bis zur Ausbildung ihres gegenwärtigen Zustandes musste nothwendig eine geschichtliche Entwickelung der mit der Erstarrung verbundenen Erscheinungen in verschiedenen Richtungen vor sich gehen, und zwar werden wir sie besonders nach zwei Seiten zu betrachten haben: 1) die Entwickelung des Einflusses der eruptiven Thätigkeit auf die Gestaltung der Erdoberfläche und 2) die Entwickelung in der Art der zur Eruption gelangenden Gesteine.

Man hat es unzählige Male dargestellt, wie durch die Spannung, welche mit der Erkaltung und Zusammenziehung der Rinde verbunden war, sich, ähnlich den Erscheinungen auf Lava- und Schlackenströmen, Risse und Sprünge in jener bilden mussten, welche Anfangs eine sehr vollkommene Gestalt von langgezogenen Spalten hatten, später aber, wegen der Dicke der Rinde und wol auch wegen der Elasticität der meisten neptunischen Gesteine, sich nur in reihenförmig angeordneten Oeffnungen zu erkennen gaben. Wir verfolgen nicht weiter diese oft beschriebenen Thatsachen. Auf ein neues Moment in der Entwickelung des Einflusses der vulcanischen Thätigkeit auf die Gestaltung der Erdoberfläche hat in neuester Zeit **Piazzi Smyth** aufmerksam gemacht [1]. Da die Ansicht des Astronomen von Edinburgh in unserem Gebiet eine Bestätigung zu erhalten scheint, so führen wir dieselbe ausführlich an. Derselbe kommt zu dem Resultat, „dass die älteren Vulcane des Mondes im Allgemeinen immer die grösseren waren. Dieses Resultat", führt er fort, „stimmt vollständig mit der Theorie der vulcanischen Thätigkeit, nach welcher die hervorragenden Erscheinungen dieser letzteren dem Ueberrest der von der Art der Planetenbildung herrührenden Hitze zugeschrieben werden. — Auf Teneriffa war der grosse Krater der ältere, wie es auch nach der eben erwähnten Theorie, die ebensowol auf die Erde als auf den Mond anwendbar ist, der Fall sein musste. Der Zeitraum aber, den wir in der vulcanischen Geschichte der Erde zurückgehen können, ist nichts im Vergleich zu ihrem wirklichen Alter oder im Vergleich zu dem,

---

[1] „Ein Blick auf den Mond: Vergleichungspunkte zwischen Mond- und Erd-Vulcanen." Mitgetheilt in Petermann's Geogr. Mittheilungen. Jahrg. 1858. S. 308 ff.

der sich beim Monde zurückverfolgen lässt, wegen der einfach und offen vorliegenden Thatsache: der Gegenwart eines Oceans auf der Erde, verbunden mit säcularen Veränderungen des Niveau's von Land und Wasser. .... Kein Theil der Welt, selbst nicht die Riesenkette der Anden, scheint diesem Process der Versenkung und des Niederschlags entgangen zu sein. Was kann demnach das Schicksal der früheren und mächtigeren Vulcane unseres Erdballs gewesen sein, als ebenfalls unter die See hinabzusinken? wobei ihre Vorsprünge und Vertiefungen durch die Jahrhunderte lang fortgesetzte zerstörende Thätigkeit der Brandung und der allmälig über sie hereinbrechenden Wellen abgewaschen und ausgeglichen wurden und wobei sie dann unter so tiefen Lagen harten Gesteins begraben wurden, dass, wenn sie auch wieder in die Luft emporgehoben wurden, doch kein Nachgraben des Menschen jemals wieder ihre vollständigen Formen blosslegen könnte. Wenn wir von dem noch nicht erloschenen Chajorra oder Rambleta, die etwa ³/₄ engl. Meilen im Durchmesser haben, zu dem grossen Krater von Teneriffa mit 8 Meilen Durchmesser, und seit der menschlichen Periode erloschen, zurückgehen, oder in gleicher Weise von dem noch thätigen Vesuv mit seinem ¹/₄ Meile breiten Krater zu der Somma, die, so lange Italien trockenes Land ist, kein Lebenszeichen von sich gegeben und einen Durchmesser von 2 Meilen hat, so finden wir, dass die älteren Kratere die grösseren gewesen sind, und wenn sie im Vergleich zu denen im Monde keine sehr grosse Ausdehnung haben, so kommt das daher, dass ihre Entstehung immerhin noch in die neueren Zeiten der Geologie fällt, denn die an den unteren Abhängen beider Vulcane gefundenen Muscheln gehören der post-pliocänen Periode an. Die grossartigen vulcanischen Ringe der älteren „primären" und „secundären" Zeiten sind also auf immer dem Blicke des Menschen entzogen; will er sich aber eine Vorstellung von ihren mächtigen Verhältnissen bilden, als die Kruste der Erde dünn und ihr ganzes Innere mit einer glühenden Flüssigkeit angefüllt war, als ihre flüchtigeren Substanzen in Oceane von Dämpfen aufgingen, die mit furchtbarer Heftigkeit gegen die schwache Kruste reagirten, so mag er die uns zugekehrte Oberfläche des Mondes betrachten, die niemals unter einen Ocean hinabgesunken ist, und dort mag er wie in einem zu unserer Belehrung vorgehaltenen Spiegel sehen, welche Wehen die Erde erduldet und welche Grösse ihre vulcanischen Oeffnungen in der ersten Zeit ihrer Feuerprobe gehabt haben müssen"[1]. Will man sich nach Belegen für die Richtigkeit dieser geistreichen Theorie umsehen, so hat man sie dort zu suchen, wo, wie in Süd-Tyrol, nach einer kurzen Periode intensiver vulcanischer Thätigkeit das Land mit einer Decke von Niederschlägen überführt und dann für immer aus dem Meer gehoben wurde. Dann werden die Gewässer jene schützende Decke durchnagen und den Bau des Heerdes der vulcanischen Thätigkeit auch in späterer Zeit unzerstört blosslegen.

Wenn somit eine Entwickelung der Eruptionsöffnungen und der Gestaltveränderungen, welche die Ausbrüche in ihrer Nähe verursachen, mehr als wahrscheinlich ist, gibt es ein drittes Gebiet des Einflusses der vulcanischen Thätigkeit auf die Oberflächengestalt der Erde, von dem es noch nicht festgesetzt werden kann, ob es auch eine Entwickelung in der Geschichte der Erde hatte. Wol weiss man, dass die säcularen Hebungen und Senkungen ununterbrochen ihren Schauplatz wechseln, dass sie zu unserer Zeit anders vor sich gehen, als in den ersten Zeiten des Menschengeschlechts, und wir wissen von jeder Gegend, dass sie zu verschiedenen Malen gehoben und gesenkt worden ist; aber ob in der Art der Aeusserung der Kraft, ob in der Intensität und Schnelligkeit der Bewegung und in der Länge der Perioden einheitlicher Bewegung ein Unterschied zwischen früheren und späteren Zeiten stattfand, darüber

[1]) Man hatte bereits früher mehrfach auf die Analogie zwischen Mond- und Erdvulcanen aufmerksam gemacht, aber nie das gegenseitige Verhältniss mit der Klarheit dargestellt wie P. Smyth. Eine vollständige Zusammenstellung der Ansichten hat Humboldt im 4. Band des Kosmos gegeben.

lassen sich nur Vermuthungen, aber bis jetzt noch nichts Sicheres feststellen. Da wir überdies diesen Gegenstand in Bezug auf Süd-Tyrol schon oben behandelt haben, so übergehen wir ihn hier.

Die zweite Reihe von Erscheinungen, deren historische Entwickelung in innigem Zusammenhange mit der allmäligen Abkühlung der Erde steht, betrifft die Art und Ausbildung der Gesteinsmassen, welche zur Eruption gelangen. Wenn man die beiden auf inductivem Wege gewonnenen Sätze im Auge behält, erstens, dass die Erstarrung der feurig-flüssigen Erdmasse seit den ältesten Zeiten langsam von aussen nach innen fortschritt, und zweitens, dass die geschmolzenen Massen im Erdinnern nach der chemischen Zusammensetzung und dem specifischen Gewicht angeordnet sind, so ergeben sich die zur Eruption gelangenden Gesteinsmassen als eine Function: 1) von der Anordnung der geschmolzenen Massen im Innern der Erde; 2) von der Gestalt und Grösse der durch die Berstung der Rinde entstehenden Ausflussöffnungen; 3) von der Dicke dieser Rinde und der damit zusammenhängenden Höhe, zu welcher die Massen gehoben werden müssen; 4) von dem periodischen Anwachsen der Spannung und der hebenden Kraft; 5) von dem Grad der Streng- oder Leichtflüssigkeit der zur Eruption gelangenden Massen.

Als die Bildung einer starren Rinde auf der feurig-flüssigen Erdmasse ihren Anfang nahm, konnten nur sehr kieselsäurereiche Gemenge, da sie der Oberfläche am nächsten waren, zur Eruption gelangen. Sie werden zugleich in einem dünnflüssigen Zustand gewesen und in langen Zeiträumen erstarrt sein. Die Erscheinungen dieser ältesten Eruptionen sind der Beobachtung bis jetzt unzugänglich geblieben.

Versucht man auf Grund einiger allgemeiner physikalischer Gesetze den Gang der Eruptionen, wie sie bei einer weiter vorgeschrittenen Erstarrung der Erdrinde stattfinden mussten, *a priori* theoretisch abzuleiten, so kommt man zu Resultaten, welche mit den Erscheinungen in der Natur in vollster Uebereinstimmung sind und die letzteren theilweise erklären. Es ist zunächst klar, dass, sobald in der Rinde durch Berstung eine Spalte oder sonstige Oeffnung entstand und der Druck eine solche Höhe erreichte, dass die zunächst an die Rinde grenzenden geschmolzenen Massen bis an die Oberfläche gepresst wurden, diese vorwaltend in sauren Gemengen bestehen mussten. Wenn aber durch den einmal geöffneten Ausflusskanal bei erneutem Druck weitere geschmolzene Massen nachströmten, so konnten sie nicht die chemische Zusammensetzung des früher entstandenen Gesteins haben, sondern mussten basischer sein. Denn die der Oberfläche nahen Massen waren mehr abgekühlt als die tiefern, daher auch zähflüssiger; ausserdem haben sie einen höheren Schmelzpunkt als die tieferen und dies musste ihre Zähigkeit noch vermehren. Wenn aber in einer Flüssigkeitssäule der Grad der Zähflüssigkeit von oben nach unten in unendlich dünnen Schichten abnimmt und über dieser Säule eine feste Schicht mit einer kleinen Oeffnung sich befindet, so wird bei jedem Druck ein Theil der Flüssigkeit durch die Oeffnung strömen. Es wird aber von den zähesten Theilen nur wenig heraufdringen, sondern es muss sich ein der Weite der Oeffnung entsprechender Kanal bilden, in welchem mehr und mehr die tieferen, leichtflüssigeren Theile nachdringen. Dies wird so lange fortdauern, als der Widerstand des Aufwärtssteigens der dünnflüssigeren Masse geringer ist, als der der seitlichen Verschiebung der zähflüssigeren. Durch dieses Gesetz wird es also unmöglich, dass aus Einer Eruptionsöffnung sehr grosse Quantitäten von irgend einer Schicht in den Tiefen der Erde heraufdringen, sondern es müssen den sauren bald basische Gemenge folgen. Da aber der Ausfluss nicht ununterbrochen geschieht, sondern nur in getrennten Epochen, so oft die Spannung ihr Maximum erreicht, so wird das jedesmalige saurere Gestein schon erstarrt sein, wenn das basischere nachdringt, und dieses wird daher selten seinen Weg durch das erste nehmen, sondern meist an den Rändern hervorbrechen. Durch lange andauernde derartige Unterbrechungen wird es natürlich geschehen, dass nur einzelne Glieder der möglichen Reihe chemischer Gemenge wirklich an der Oberfläche vorhanden sind.

Die Folge von allen diesen Vorgängen wird sein, dass sich um die Oeffnung eines jeden Ausflusskanals Gesteinsmassen anhäufen, welche aus verschiedener Tiefe stammen und verschiedene chemische und mineralische Zusammensetzung haben. Die Art und Weise ihrer gegenseitigen Lagerung ist dabei von vielen Umständen abhängig. Aber es werden doch die späteren Gesteine im Allgemeinen in ihrer Richtung den früheren folgen, und wenn das erste kieselsäurereiche Gestein aus einer Spalte in Form eines langgezogenen Grates oder in isolirten, reihenförmig angeordneten Bergmassen emporgedrungen ist, so werden die späteren Gesteine meist im Allgemeinen dieser Anordnung folgen und bald in Gangzügen die ersten durchsetzen, bald parallele Gebirgsrücken zu ihrer Seite bilden. So muss sich um den Ausgang eines jeden Eruptionskanals eine nach bestimmten Gesetzen angeordnete Reihe von Eruptivgesteinen, gewissermassen ein Eruptionsganzes, anhäufen.

Gehen wir von dieser natürlichen Folgerung aus einem einfachen physikalischen Gesetz aus, so müssten, wenn nicht noch andere Gesetze die historische Aufeinanderfolge beherrschten, auf der ganzen Erdoberfläche sich lauter kleine Eruptionsgebiete befinden, deren jedes den Ausgang eines durch einfache Spaltung der Rinde und Ausströmen der flüssigen Massen gebildeten Eruptionskanals bezeichnen und in einer langen Reihe von sauren zu basischen Gesteinen gewissermassen eine räumliche Umkehrung des Erdinnern darstellen müsste. Hätte in jedem dieser Eruptionsgebiete die eruptive Thätigkeit in einer verschiedenen Epoche in der Geschichte der Erde begonnen, so müsste jedes derselben kleine Unterschiede von den anderen zeigen; denn es müssten bei denjenigen, wo die Thätigkeit am spätesten begann, wegen der fortschreitenden Abkühlung gegen das Erdinnere entweder die sauersten Glieder fehlen oder wenigstens in überaus zähem Zustand an die Oberfläche gelangt sein, und selbst die letzten Glieder müssten bei der Eruption zähflüssiger gewesen sein, als in den frühesten Zeiten.

Alle durch Beobachtung in der Natur gewonnenen Erfahrungen über das gegenseitige Verhalten der Eruptivgesteine führen zu denselben Resultaten, welche sich theoretisch aus den Voraussetzungen einer allmäligen Abkühlung gegen das Erdinnere, einer gesetzmässigen Anordnung der feurig-flüssigen chemischen Gemenge und einiger bekannter physikalischer Gesetze ableiten lassen. Ueberall, wo nicht durch Sedimentgesteine das Verhalten undeutlich wird, lassen sich Gruppen von eruptiven Gebirgsgesteinen, deren einzelne Glieder nach einfachen Gesetzen der räumlichen und zeitlichen Aufeinanderfolge angeordnet sind, unterscheiden. Allein die Beobachtung in der Natur lässt noch ein grosses, für alle bisher bekannten Eruptionsgebiete giltiges Gesetz erkennen, welches sich theoretisch nicht ableiten liess. Denn während man auf dem letzteren Wege zu dem Schluss kommen müsste, dass durch die ganze Geschichte der Erde hindurch zeitweise und oft die Bedingungen zur Bildung neuer Eruptionsöffnungen gegeben waren, lehrt die Beobachtung, dass in allen bisher untersuchten Theilen der Erde die eruptive Thätigkeit in drei weit von einander getrennten Perioden begann. So wenig Auffallendes es haben würde, künftig in irgend einer Gegend ein Eruptionsgebiet zu finden, in dem die Eröffnung der Thätigkeit zwischen jene Perioden fallen würde, müssen wir doch vorläufig an jenem grossen Gesetz festhalten, da es allein im Stande ist, ein Verständniss der Eruptivgesteine und ihres inneren Zusammenhanges anzubahnen. Sehen wir von den ältesten, der Beobachtung fast unzugänglichen Zeiten der Erstarrung der Erdrinde und der eruptiven Thätigkeit ab, so erhalten wir zuerst eine Periode, in welcher die kieselsäurereichen Gemenge, die überall die Eruptionen eröffneten, mit grosskrystallinischer Structur, zu *Granit*, erstarrten. In einer zweiten Periode erstarrten sie zu *Quarzporphyr* und in einer dritten zu *Trachytporphyr*. Jedem dieser in ihrem chemischen Gemenge vollkommen identischen Gesteine folgte die lange Reihe der an Kieselsäuregehalt abnehmenden Glieder, und dies in jedem Eruptionsgebiet und in jeder Periode. Man kann daher das eröffnende Gestein gleichsam als das bestimmende Glied ansehen und ihm die ganze Reihe

von chemischen Gemengen bis abwärts zu dem am meisten basischen anschliessen. Ich bediene mich daher hier für den Complex sämmtlicher Gesteine aus den drei Perioden der folgenden Benennungen in demselben Sinn, in welchem ich sie bereits früher angewendet habe:

1) Reihe der granitischen Gesteine.
2) Reihe der porphyrischen Gesteine.
3) Reihe der trachytischen Gesteine.

Die Annahme dieser drei Reihen und die Unterordnung aller Eruptivgesteine unter dieselben vermag allein den inneren genetischen, also den eigentlichen geologischen Zusammenhang aller Eruptivgesteine richtig darzustellen und scheint nach allen bisherigen Forschungen die einzig mögliche Grundlage für ein natürliches System der Petrographie zu sein, da diese drei Reihen eine Darstellung des Ganges sind, den die Natur selbst bei der Bildung dieser Gesteine eingeschlagen hat; sie berücksichtigen gleichzeitig die Zeit der Entstehung, die räumliche Anordnung an der ursprünglichen Lagerstätte im Erdinnern und an der secundären auf der Erdoberfläche, ferner die chemische Zusammensetzung, die mineralische Zusammensetzung, die Structur, das specifische Gewicht, kurz alle der Beobachtung zugänglichen Erscheinungen und die Rolle in der Geschichte und im Bau der Erde.

Wir gehen, um den inneren Zusammenhang der Eruptivgesteine von Süd-Tyrol klarer zu erkennen, näher auf eine Darstellung der allgemeinen Unterschiede der drei Gesteinsreihen ein.

Unterschied der drei Reihen.

a) Nach der Structur. Der Hauptunterschied im petrographischen Charakter ist durch die Verschiedenheit der Structur bedingt. Die *granitischen Gesteine* mussten in einem dünnflüssigen Zustand an die Erdoberfläche gelangen und hier wegen der noch allgemein sehr hohen Temperatur langsam erstarren, daher ihr grosskrystallinisches, „granitisches" Gefüge, welches nur in Gangmassen zurücktritt, wo die vorgeschrittene Abkühlung des Nachbargesteins ein schnelleres Festwerden bedingte. Doch selbst in diesen findet oft noch nach der Mitte hin eine grobkörnigere Structur statt, welche deutlich auf die einstige Leichtflüssigkeit des chemischen Gemenges hindeutet. Kaum dürfte ein Gestein der granitischen Reihe mit einer typisch porphyrischen Structur bekannt sein, das heisst mit grösseren ausgeschiedenen Krystallen in einer felsitischen Grundmasse. Zwar ist der Fall häufig, dass einzelne grosse Orthoklaskrystalle im granitischen Gemenge liegen; allein dieser Fall kann nicht als typisch porphyrische Structur angesehen werden.

Die *porphyrischen Gesteine* gehören einer weit späteren Periode an, in der die Abkühlung der Erde bereits viel weiter vorgeschritten war. Sie drangen in zähflüssigerem Zustande an die Oberfläche und erstarrten hier schneller. Zähflüssige geschmolzene Silicate erstarren aber schon an sich fast niemals zu grosskrystallinischen Aggregaten, sondern werden in der Regel feinkörnig, dicht oder glasartig, wiewol zuweilen auch ein sehr langsamer Erkaltungsprocess eine Annäherung an die granitische Structur herbeiführen kann. Es müssten also der Regel nach die Gesteine dieser Reihe dem sogenannten „Aphanit" ähnlich sein. Allein zum Wesen der porphyrischen Structur gehört ausser der schnell erstarrten Gesammtmasse noch die Einmengung langsam ausgeschiedener Krystalle. Ich suchte bereits an einem andern Orte [1]) nachzuweisen, dass diese Structur auf zwei Erstarrungsperioden hindeutet, welche mit ebenso scharfer zeitlicher Abgrenzung, wie sie bei den ausgeschiedenen Krystallen räumlich ist, auf einander folgten. Das krystallinische Zusammentreten der Moleküle der Verbindung, welche den höchsten Schmelzpunkt hat, scheint stattgefunden zu haben, als im Erdinnern die Abkühlung langsam und unter hohem

[1]) Wiener Sitzungsberichte, 1857, Bd. XXVII. S. 309.

Druck geschah. Es war dies ein unendlich langsamer Krystallisationsprocess durch Erkaltung, welcher plötzlich durch die Eruption unterbrochen wurde und an der Erdoberfläche schnell endete, indem der ganze Rest des Gemengs zu einer die Krystalle umhüllenden Grundmasse erstarrte. Ganz besonders spricht für die Richtigkeit dieser Folgerung das Verhalten des Quarzes, welches als einer der prägnantesten Unterschiede zwischen Granit und Quarzporphyr angesehen werden darf [1]. In letzterem sind die Krystalle des Quarzes zuerst von dem ganzen Mineralgemenge ausgeschieden worden, ihnen folgte Orthoklas, Oligoklas und die Grundmasse, während in dem chemisch ganz identischen Granit der Quarz zuletzt erstarrt ist, ja oft gewissermassen nur ein sparsam vertheiltes Bindemittel bildet. Es ist bekannt, dass der Schmelzpunkt des Quarzes höher liegt als der des Orthoklases und dass man die scheinbar widersprechende Erscheinung der Erstarrungsfolge am Granit dadurch zu erklären suchte, dass man annahm, die Kieselsäure beharre sehr lange im zähflüssigen Zustand, ehe sie fest werde. Wenn dies auch für die Verhältnisse des Druckes an der Erdoberfläche, unter denen der Quarz des Granits fest wurde, gelten mag, so zeigt die Erscheinung am Quarzporphyr, dass entweder der hohe Druck in der Tiefe jenem Verharren in zähflüssigem Zustand entgegenwirkt, oder den Erstarrungspunkt des Quarzes mehr erhöht als den des Orthoklases, oder endlich dass er Beides bewirkt. Unter allen Verhältnissen bleiben die Ausscheidung des Quarzes in isolirten Krystallen und die Zweiheit der Erstarrungsperiode die wichtigsten petrographischen Merkmale zur Unterscheidung des Quarzporphyrs vom Granit. Denn bei allen Verschiedenheiten der Ausbildung, welchen der Granit unterworfen ist, findet eine Ausscheidung des Quarzes in isolirten Krystallen niemals statt, während der Quarzporphyr dieses Merkmal fast immer behält, mag seine Grundmasse auch noch so granitisch ausgebildet sein; nur selten findet eine vollkommen granitische Structur mit vertheiltem und zuletzt erstarrtem Quarz auch bei Gesteinen statt, welche nach allen andern Eigenschaften entschieden dem Quarzporphyr angehören. Es ist dies eine gewissermassen retrograde Annäherung, welche sich auch weiter verfolgen lässt und bei den *trachytischen Gesteinen* in noch auffallenderem Mass vorkommt, indem hier die entschiedenste quarzporphyrartige Structur und selbst granitische zuweilen auftritt. Nie aber findet sich in einer früheren Reihe die einer späteren angehörige Structur; denn es konnten sich durch Fluctuationen im Erdinnern und andere Umstände die normalen Zustände früherer Perioden später als eine örtliche Ausnahme wiederholen, während die normalen Zustände einer späteren Zeit niemals durch frühere Vorläufer angedeutet gewesen zu sein scheinen.

Der durchgreifende Unterschied, welcher zwischen den quarzführenden Gliedern der granitischen und der porphyrischen Gesteinsreihe herrscht, lässt sich in ähnlicher Weise auch bei den *basischen Gemengen* beobachten. Die Hornblende- und Augitgesteine in den Eruptionsgebieten des Granits zeichnen sich durch ihre meist grossblättrige, fast immer aber gleichmässige Structur aus und wurden seit den frühesten Zeiten petrographischer Forschung mit besonderen Namen belegt, deren Begriff man allerdings nachträglich erweiterte und verwirrte. Die Benennungen *„Diorit"* und *„Diabas"* sind bekanntlich die modernen, die von *„Grünstein"* und *„Trapp"* die älteren Bezeichnungen für die Hauptvertreter der basischen Gesteine in der granitischen Reihe; ihnen reihen sich *„Gabbro"*, *„Hypersthenit"* und der unbestimmte Begriff *„Aphanit"* an. Unter den porphyrischen Gesteinen tragen die den vorigen vollkommen identischen chemischen Gemenge wiederum die Anzeichen einer schnelleren Erstarrung und eines ursprünglich zähflüssigeren Zustandes. Zwar hatte kein Gemengtheil einen so hohen Erstarrungspunkt wie Quarz und Orthoklas in den saueren Gesteinen und es konnten sich erst bei weit niedrigerer Temperatur einzelne Krystalle ausscheiden. Daher ist auch hier der Fall, dass das ganze Gestein gewissermassen nur als Grundmasse

[1] a. a. O. S. 311.

erstarrt ist, sehr häufig, während er beim Quarzporphyr zu den seltensten Ausnahmen gehört. Die Porphyrite und Melaphyre in dem porphyrischen Eruptionsgebiet von Mitteldeutschland geben den besten Beweis, wie innerhalb eines ganzen Eruptionsgebietes, in dem alle wesentlichen Verhältnisse sich gleich bleiben, alle Gemenge von mittlerem oder niederem Kieselsäuregehalt in einem Grad der Zähigkeit zur Eruption gelangten, der nicht bedeutend genug war, dass sich in den Tiefen der Erde einzelne Krystalle hätten ausscheiden können, aber wohl hinreichte, dass das ganze Gestein mikrokrystallinisch erstarren musste. In dem porphyrischen Eruptionsgebiet der Alpen hingegen, insbesondere im südöstlichen Tyrol, sind die Verhältnisse wesentlich andere. Hier fallen die Ausbrüche in eine spätere Periode, die Massen blieben also länger im Innern der Erde, konnten sich dort in höherem Grade abkühlen und es konnten sich mehr Krystalle ausscheiden, daher hier auch bei den basischesten Gesteinen eine echt porphyrische Structur.

Diese Verschiedenheit in der Ausbildung der basischen Glieder der porphyrischen Gesteinsreihe macht es nothwendig, sie aus den verschiedensten Gegenden zu vergleichen, um sie in Einer verstehen zu lernen. Ich habe an einem andern Ort eine solche Vergleichung zwischen den basischen Porphyren von Süd-Tyrol und Ilefeld versucht [1]). Dieselbe Verschiedenheit war auch, ebenso wie die oft bis zur Unkenntlichkeit herabgehende feinkörnig-krystallinische Beschaffenheit der Structur, Veranlassung, dass man bei der Nomenclatur der basischen Glieder der porphyrischen Gesteine nicht mit der Sicherheit zu Werke gegangen ist als bei denen der granitischen. Nachdem man in den frühesten Zeiten ihre Zugehörigkeit zu den Porphyren geahnt und auch **Gerhard**, der erste Bearbeiter der Porphyre, sie denselben zugerechnet hatte, begann **Faujas de Saint Fond**, den von **Cronstedt** und **Wallerius** für das augitische basischeste Gestein der granitischen Reihe aufgestellten Namen *„Trapp"* zu verallgemeinern und mit Unterscheidung zahlloser Varietäten ihm fast alle Gesteine unterzuordnen, welche wir jetzt als basische Glieder der porphyrischen Reihe betrachten. Die Benennung *„Trappporphyr"* fand bald allgemeinere Anwendung, insbesondere durch **Werner**, während man gleichzeitig die Benennung *„Grünstein"*, welche ursprünglich feinkörnigen Dioriten zukommt, auf einzelne Abänderungen basischer Porphyre übertrug. Als dann **Al. Brongniart** im Jahr 1813 den Namen *„Melaphyr"* für ein Glied in der Reihe der basischen Porphyre aufstellte, verallgemeinerte man ihn sogleich für die gesammte Reihe und synonymisirte ihm den bald darauf von **L. v. Buch** für das basischeste Glied vorgeschlagenen Namen *„Augitporphyr"*. Gegenwärtig dürfte wol die Nothwendigkeit einer Trennung der beiden Benennungen und der ihnen zufallenden Gesteinsgruppen als hinreichend begründet und allgemein durchführbar feststehen.

Während so die Structurverhältnisse der granitischen Gesteine die einfachsten und gesetzmässigsten sind, bei den porphyrischen aber durch jene genannte retrograde Annäherung sich neben der porphyrischen auch die granitische Structur wiederholt, wird in der *trachytischen Reihe* die Manchfaltigkeit der äusseren Ausbildung am bedeutendsten. Zwar wiederholt sich selten das grosskörnig-krystallinische Gefüge, allein das porphyrische ist keine seltene Ausnahme, während am meisten eine Ausbildung vorwaltet, welche der schnellen Erstarrung eines sehr zähflüssigen Gemenges entspricht. Es haben hier so häufig zufällige Nebenumstände mitgewirkt, dass die Ausnahmen fast zur Regel werden. Noch gelingt es nicht in allen Fällen, dieselben auf ihre Gründe zurückzuführen; allein sie beirren in keiner Weise das grosse Gesetz der historischen Entwickelung der Erstarrungsverhältnisse mit der vorschreitenden Abkühlung der geschmolzenen Erdmasse.

b) Nach dem Mengenverhältniss der Eruptivmassen von verschiedenem Kiesel-

[1]) Wiener Sitzungsberichte, Bd. 34, S. 386 — 433.

säuregehalt. — Eine der auffallendsten Bestätigungen erhalten die theoretischen Abstractionen, wenn man die relative Menge in Betracht zieht, in welcher die entsprechenden Glieder der drei Reihen in den verschiedenen Perioden zur Eruption gelangten. Denn auf Grundlage der oben angewendeten Erfahrungssätze kommt man leicht zu dem Schluss, dass, je jünger ein Eruptionsgebiet ist, desto mehr die tieferen, basischeren Gemenge herrschen müssen. Am Anfang der Bildung einer Rinde waren die der Oberfläche nahe gelegenen kieselsäurereichen Gemenge noch in dünnflüssigem Zustand und konnten massenhaft zur Eruption gelangen. Die Bedingungen zur angeführten Art der Entstehung eines bis in die Tiefe der basischesten bekannten Gemenge reichenden Ausflusskanals waren noch nicht in der Vollkommenheit geboten, wie später, und es walten daher in der *granitischen Reihe* die *sauren Gemenge* bedeutend vor. Granit, Granitit, Syenit sind die herrschenden Gesteine der ersten Reihe, Diorit ist an Menge untergeordnet und Diabas (mit dem schwedischen „Trapp"), Gabbro und Hypersthenit treten nur vereinzelt auf. Dieser Charakter ist allen granitischen Eruptionsgebieten eigen, und in je jüngere Zeiten sie hinabreichen, desto häufiger stellen sich in ihnen die basischen Glieder ein.

In der *porphyrischen Reihe* ändert sich das Verhältniss schon bedeutend; hier halten sich die sauren, die mittleren und die basischen Gesteine ungefähr das Gleichgewicht; nur die letzteren treten oft sehr, zuweilen ganz zurück. Fast nie sieht man den Quarzporphyr in solchem Masse vorherrschen wie in Süd-Tyrol; überhaupt dürfte dieses Gestein hier seine grösste bekannte Ausdehnung haben; denn so umfassend auch oft die porphyrischen Eruptionsgebiete sind, treten doch die quarzführenden Porphyre, welche die eruptive Thätigkeit eröffnen, meist nur in kleinen getrennten Gangzügen auf. Andere Gesteine von mittlerem Kieselsäuregehalt erscheinen zu ihrer Seite und walten an Masse des Materials oft vor. Ich habe in der oben erwähnten Abhandlung zu zeigen gesucht, wie die beiden porphyrischen Eruptionsgebiete von Mitteldeutschland und den Alpen dieses Gesetz bestätigen. Ein Hauptunterschied beider liegt in der Verschiedenheit der Eruptionsperiode, die in den Alpen zur selben Zeit beginnt, in der sie in Mitteldeutschland ihr Ende erreicht. Ein zweiter wesentlicher Unterschied stellte sich dadurch heraus, dass in dem südlicheren Gebiet die chemischen Gemenge, welche zur Eruption gelangen, in ihrer Basicität viel weiter herabgehen, als in dem nördlicheren; dort herrscht der Augitporphyr, hier der Melaphyr. Diese beiden prägnanten und für den ganzen Umfang beider Eruptionsgebiete giltigen Unterschiede hängen aber auf das Innigste zusammen. Denn wenn nach dem schon erwähnten Gesetz in der porphyrischen Reihe im Allgemeinen die basischen Glieder der Reihe im Verhältniss zu den sauren eine wichtigere Rolle spielen müssen, als in der granitischen, so muss dieses Gesetz auch für die Gesteine derselben Reihe in dem Fall Giltigkeit haben, wenn die Eruptionsperiode derselben in zwei Gebieten nicht vollkommen gleich ist. Es muss dann, wie es bei dem Verhältniss der beiden angeführten Eruptionsgebiete der Fall ist, das jüngere durch das Vorwalten basischerer Gemenge charakterisirt sein.

Auch für die Reihe der *trachytischen Gesteine* gilt das Gesetz in strengster Form. Hier sind die sauren Gemenge entschieden untergeordnet, die von mittlerem Kieselsäuregehalt herrschen gegen jene bedeutend vor und die basischen spielen die Hauptrolle. In dem ausgedehnten trachytischen Eruptionsgebiet, welches sich vom Rhein durch das ganze mittlere Deutschland, Ungarn und Siebenbürgen bis nach Klein-Asien erstreckt und durch die Gleichheit der Ausbruchsperiode, sowie durch die überall wiederkehrenden Analogien seiner Gesteine ausgezeichnet ist, finden sich nur äusserst selten jene kieselsäurereichsten Gesteine, für welche **Beudant** den Namen *„Trachytporphyr"* vorschlug. In Ungarn gehören dieselben ausschliesslich der eigentlich vulcanischen, von Lavaergüssen begleiteten Thätigkeit an und scheinen durch Umschmelzung früher halb erstarrt gewesener Gesteine entstanden zu sein. Die Eruptionsperiode wurde hier durch den Ausbruch dunkler Hornblende-Trachyte eröffnet, die mächtige Gebirge

entlang den Ausbruchsspalten bilden. Auch weiterhin blieben Hornblendegesteine, also Gemenge von mittlerem Kieselsäuregehalt, herrschend; nur im westlichen Ungarn kommen dazu noch Basalte. Im mittleren Deutschland aber haben die letzteren bei weitem das Uebergewicht über alle anderen Glieder der trachytischen Gesteinsreihe.

Die lehrreichste Gegend für das Verhalten der Gesteine nach diesem Gesichtspunkt ist das mittlere Deutschland. Hier treten die drei Reihen klar und scharf von einander geschieden auf und lassen die angeführten Verhältnisse deutlich erkennen. Die Granite und Granitite der Sudeten und des Riesengebirges, des Iserkammes, Erzgebirges, Thüringer-Waldes und Harzes bilden die Hauptgesteine aus der ersten Eruptionsperiode; es sind vorwaltend kieselsäurereiche Gemenge und nur selten treten einige basische Diorite und Diabase oder, wie in Schlesien, Gabbro und Hypersthengesteine hinzu. In den Porphyren von Schlesien, Sachsen, Thüringen, dem Harz, dem Hundsrück und den Vogesen ist dem quarzführenden Glied immerhin noch eine bedeutende Rolle zugetheilt; allein die quarzfreien Porphyrite und Melaphyre walten an Masse vor, während die Augitgesteine fehlen; die Eruptionsperiode war geschlossen, ehe dieselben ihren Vorgängern folgen konnten. In der dritten Periode endlich, der der trachytischen Gesteine, fehlen die kieselsäurereichsten Glieder gänzlich, auch die von mittlerer Zusammensetzung sind untergeordnet, während die basischen Basalte bedeutend vorwalten.

c) Nach der Rolle in der Geotektonik. — In innigem Zusammenhang mit allen übrigen Eigenschaften der drei Gesteinsreihen steht das geotektonische Verhalten. Denn nicht nur waren die Eruptionen in den frühesten Zeiten der Erde an Masse bedeutender als in späteren, sondern diese Massen waren auch geschlossener und einheitlicher. Zur Zeit der Bildung der krystallinischen Schiefer erscheinen bereits bedeutende Ergüsse von *Granit-* und *Granitit*-Masse an der Erdoberfläche, meist in ähnlichem Wechselverhältniss der Einlagerung und Durchsetzung mit Gneis und Glimmerschiefer, wie der Augitporphyr mit den Eruptivtuffen in Süd-Tyrol oder der Quarzporphyr mit den Gesteinen des Rothliegenden in Mitteldeutschland. Dort aber sind alle Verhältnisse unvergleichlich grossartiger, die Massen bedeutender, die Lagerstätten ausgedehnter, dabei sind aber auch die petrographischen Wechselbeziehungen viel innigere und gleichartigere, weil die Bedingungen der secundären Gesteinsbildung an der Erdoberfläche in jenen frühen Zeiten weit andere waren als später. Die der Periode der krystallinischen Schiefer folgenden oder in ihren letzten Theil fallenden Granite und Granitite durchsetzen diese älteren Gebilde in mächtigen Gangzügen und stockförmigen Massen, und kaum dürfte irgend ein Gestein aus späterer Zeit in so grossen geschlossenen Stöcken auftreten, wie die Granite der Süd-Alpen. Das Areal des Quarzporphyrs ist zwar ausgedehnter als irgend einer von jenen Stöcken, aber es vereinigen sich in demselben, wie ich nachzuweisen suchte, mehrfache Eruptionen, deren Material sich gegenseitig durchsetzt und über einander ausbreitet, während die meisten der Granitstöcke ihre Entstehung wesentlich Einer Eruption des beschriebenen syenitartigen Granitits zu verdanken scheinen. Ob sich in der granitischen Gesteinsreihe grosse Eruptionsgebiete unterscheiden lassen, welche durch die Einheit ihrer Ausbrüche und Gesteine bezeichnet sind, ist noch nicht mit Sicherheit festzustellen. Denn wenn dies auch für die Süd-Alpen zwischen dem Lago Maggiore und der Cima d'Asta, sowie für die ältesten Gebirge Mitteldeutschlands zu gelten schien, so lässt sich dies mehr aus der Gleichheit der Gesteine und der Eruptionsverhältnisse schliessen, als durch sicher festgestellte gleiche Altersbeziehungen begründen. Man müsste theoretisch für jene Zeit einer verhältnissmässig dünnen Erdrinde vielmehr eine Individualisirung und Zersplitterung der Eruptionsgebiete annehmen. Denn wenn man sich den ersten Beginn der Erstarrung der feurig-flüssigen Erdmasse vergegenwärtigt, so musste damals die Individualisirung ihren Höhepunkt erreichen, sie war unendlich. Als mit wachsender Dicke der zu überwindende Widerstand wuchs,

mussten sich mehr und mehr grössere Spaltensysteme und damit Eruptionsgebiete differenziren und mit der weiteren Zunahme der Dicke der Erdrinde musste die Ausdehnung solcher Systeme wachsen und der Umfang der Eruptionsgebiete sich von Periode zu Periode vergrössern. Dies findet sich in der That vollkommen bestätigt und begründet den Hauptunterschied in der geotektonischen Rolle der drei Gesteinsreihen.

Die grossen einheitlichen, geschlossenen Massive der granitischen Gesteine lösen sich bei den *porphyrischen* in getrennte Eruptionsgebiete auf, deren jedes Einem Spalten- und Ausflusskanal-System angehört und durch weit zertheilte, aber in ihren Gesteinen und ihren Entstehungsperioden einander entsprechende Eruptivmassen charakterisirt ist. Es findet hier noch eine Individualisirung in grossem Massstab statt und es darf als eine Hauptaufgabe für den Petrographen angesehen werden, diese gesonderten Eruptionsgebiete einer bestimmten Periode gegen einander abzugrenzen und zu vergleichen. Jede durch Eine Eruption an Einem Ort ausfliessende Masse ist in dieser Periode im Allgemeinen weit kleiner als früher in der Bildungszeit der granitischen Gesteine. Allein es finden um so zahlreichere Massenausbrüche statt. Wo früher ausgedehnte Stöcke waren, deren gegenseitige Anordnung unbekannten Gesetzen unterworfen ist, treten in den porphyrischen Eruptionsgebieten zahlreiche Gangzüge mit bestimmten gleichbleibenden Streichungsrichtungen auf. Theils bleiben sie isolirt, theils verbinden sie sich zu ausgedehnteren Gebieten von Eruptivgesteinen; theils bestehen sie in ihrer ganzen Masse aus dem Product Eines Ausbruchs, theils wurden sie durch eine Reihe von mehreren und dadurch auch von einer längeren Gesteinsfolge gebildet. Das porphyrische Eruptionsgebiet von Mitteldeutschland zeigt alle angedeuteten Verhältnisse auf das Klarste und steht daher den Granitgebirgen derselben Gegend hinsichtlich des geotektonischen Verhaltens ebenso bestimmt gegenüber wie hinsichtlich des petrographischen Charakters der Gesteinsmassen.

Welcher Abstand ist zwischen diesen grossen porphyrischen und den ungleich ausgedehnteren trachytischen Eruptionsgebieten! Gehen wir wieder von dem mittleren Deutschland aus, so wird das grosse einheitliche Eruptionsgebiet der Periode des Rothliegenden in der Tertiärzeit nur ein untergeordneter Theil eines weit grösseren Gebietes, in welchem alle Eruptionen gleichzeitig und in weiter Erstreckung auch die Gesteine gleichartig sind. Auch hier wiederholen sich Systeme von parallelen Zügen und abgeschlossene, durch besondere Erscheinungen charakterisirte Gebiete, die aber immer sich nur als Theile des Ganzen darthun. Wie die parallelen Züge der porphyrischen Gesteine oft ihre Richtung verlassen, um gewissen, von den granitischen Gesteinen bestimmten Richtungen und Spaltungen zu folgen, so ist dies in weit erhöhterem Masse bei den trachytischen Gesteinen der Fall. Ich habe bereits im Eingang hervorgehoben, wie genau die beiden mächtigen Trachytzüge im östlichen Ungarn den durch die grossen, gestaltenden Katastrophen vorgezeichneten Richtungen folgen, indem der eine längs der Bruchlinie von Kaschau, der andere längs dem Südrand des Zuges der Karpathen verläuft. Wie die gesammte langgezogene Ellipse, in welche das Gebiet der trachytischen Eruptionen von Klein-Asien bis zum Siebengebirge fällt, eine entschieden ausgesprochene Richtung hat, so waltet auch das Bestreben nach dieser selben Richtung (St. 20) in allen einzelnen Theilen dieses langgedehnten Gebietes, und die meisten Abweichungen von den Gesetzen finden sich stets am Rand älterer, besonders eruptiver Gebirgsmassen. Analog in seinen Dimensionsverhältnissen ist das grosse Eruptionsgebiet, in welches die drei süd-amerikanischen Vulcanreihen von Chile, Bolivia und Quito mit zusammen 740 Meilen Länge fallen. Andere derartige Gebiete werden durch die 230 Meilen lange Vulcanreihe von Kamtschatka und den Kurilen und durch die beiden 170 Meilen langen Reihen von Central-Amerika und den Aleuten angedeutet.

So bestätigt sich allenthalben das Gesetz der wachsenden Dimensionen der Eruptionsgebiete mit

zunehmender Dicke der Erdrinde. Aber in den bisher genauer erforschten Theilen geschieht diese Zunahme nicht allmälig, sondern gleichsam sprungweise in drei weit von einander getrennten Perioden, denen in der Geschichte der Erde die jedesmalige Eröffnung der erneuten plutonischen Thätigkeit angehört. In innig harmonischer Verbindung mit dieser periodischen Aenderung in der Zeit, in der Dicke der festen Erdrinde und in der geotektonischen Rolle des gesammten Einer Periode angehörenden eruptiven Materials steht die Aenderung nach allen Beziehungen, welche wir oben erwogen haben, insbesondere die physikalische Beschaffenheit und nachherige petrographische Ausbildung der erstarrenden chemischen Gemenge, die relative Menge der zur Eruption gelangenden Glieder der chemischen Reihe und vielfache andere Beziehungen. Es ist jetzt unsere Aufgabe, nachzuweisen, inwiefern ein derartiger tieferer Zusammenhang unter den plutonischen Gesteinen in Süd-Tyrol besteht.

2. Entwickelung und innerer Zusammenhang der Eruptivgebilde Süd-Tyrols nach Art und Ausbildung der Gesteine.

Selten wird man auf einem kleinen Gebiete so zahlreiche scheinbare Ausnahmen von den angeführten Gesetzen finden, als in Süd-Tyrol. Wir haben im Vorigen bereits mehrfach darauf hingewiesen. Zwar verschwinden sie im grossen Ganzen und wir können sie, um den Entwickelungsgang der eruptiven Thätigkeit in seinen allgemeinsten Zügen zu zeichnen, vorläufig ausser Acht lassen. Allein sobald wir unsere Aufmerksamkeit etwas näher den einzelnen Gesteinen zuwenden, treten uns allenthalben die widersprechendsten Erscheinungen entgegen.

Das Hervorbrechen saurer Gesteine als Vorgänger einer Reihe von basischeren Gemengen fand auch in Süd-Tyrol in den drei weit von einander getrennten Perioden statt, wie in anderen Gegenden von Europa. Wie überall, so erstarrten sie auch hier in der ersten zu Granit und Syenit, in der zweiten zu Quarzporphyr, während in der dritten Periode die eruptive Thätigkeit mit quarzfreien Trachyten begann, welche wahrscheinlich eine weit basischere Zusammensetzung haben, und erst am Ende derselben quarzführende Trachytporphyre in dem Euganeen erscheinen.

Der ersten Reihe gehören die *Granitite* von Brixen, dem Adamello und der Cima d'Asta an; ihnen folgt der *Diorit* von Klausen und dem Südabhang der Lagorei-Spitze. Beiderlei Gesteine erstarren grosskrystallinisch, beide zeigen dadurch, der Diorit ausserdem durch seine tiefgreifenden Contacteinwirkungen, welch' hohe Temperatur sie bei ihrer Eruption gehabt haben. Von porphyrischer Structur mit einer felsitischen Grundmasse ist keine Spur vorhanden. Der Quarz im Granitit ist nach den Feldspathen, selbst noch nach der Hornblende erstarrt und im Diorit sind Hornblende und Oligoklas in grossen Krystallen von einander geschieden. Alles deutet auf eine unendlich langsame Erstarrung hin, welche an der Erdoberfläche bei einer den Schmelzpunkt aller zusammensetzenden Mineralien weit übersteigenden Temperatur begann. Die Eruptionsperiode, wiewol nicht mehr genau bestimmbar, gehört doch den ältesten Zeiten der Sedimentbildung an. Entsprechend allen theoretischen Voraussetzungen und den Erfahrungen in andern Gegenden, sind die sauren Gemenge an Masse weit überwiegend; die basischen Gesteine erscheinen als höchst unbedeutende Nachfolger. Sieht man sich nach den Grenzen des Eruptionsgebietes um, so erreicht man sie schon in nächster Nachbarschaft; denn, wie die frühere Vergleichung gezeigt hat, scheint keiner der westlicheren Granite mit dem des Adamello dem Gestein nach identisch zu sein. Der Eruptionsperiode nach aber fallen sie zum Theil schon weit früher, indem der Juliergranit der Bildungszeit des Gneises angehört.

So zeichnet sich in Süd-Tyrol die Reihe der granitischen Gesteine petrographisch mit ebenso scharfen und bestimmten Zügen wie dem Raum und der Zeit nach und bewahrt in allen Einzelnheiten streng die

Eigenschaften, welche sie zu einem charakteristischen Glied des Erdganzen und der Erdgeschichte stempeln. Es findet sich unter ihnen noch keine Spur einer Ausnahmserscheinung, sondern allenthalben erkennen wir das allgemeine Gesetz. Schreiten wir in der Geschichte von Süd-Tyrol weiter vor, so finden wir zunächst eine Periode der Ruhe. Plötzlich wird sie unterbrochen und es beginnt die Reihe der vielgenannten Eruptivgesteine der Triasperiode, welche wir als zu der Reihe der porphyrischen Gesteine gehörig bezeichnet haben. Sie zeigt in ihren allgemeinsten Verhältnissen die Gesetzmässigkeit am klarsten, in ihren Einzelnheiten aber die zahlreichsten und auffallendsten Ausnahmen.

Der durch die fortschreitende Abkühlung der Erde bedingte Unterschied in der Ausbildung der kieselsäurereichen Gesteine kann kaum deutlicher hervortreten als bei dem Verhältniss des Granitits zum Quarzporphyr in Süd-Tyrol. Der Granitit war in vollständig gleichem Gemenge gleichzeitig an drei von einander entfernten Orten zur Eruption gelangt. Die zwischen den letzteren befindlichen Massen von Gemengen, welche zur Quarzausscheidung geeignet waren, blieben noch im Erdinnern zurück und waren hier dem unendlich langsamen Erstarrungsprocess unterworfen. Da brachen gegen den Anfang der Triasperiode auch sie hervor. Wie vorher in der Tiefe, so erfüllten sie nun auch an der Oberfläche beinahe den ganzen Raum zwischen den drei mächtigen Grenzposten der Granitite. Und wie verschieden wurde nun dieselbe Masse ausgebildet! Früher war der Quarz nach den Feldspathen erstarrt, jetzt liegt er in scharf begrenzten Krystallen im Gestein und stört jene in ihrer Entwickelung, ein deutlicher Hinweis, dass er sich bei der langsamen Abkühlung in der Tiefe durch die mit dem Druck verbundene Erhöhung des Erstarrungspunktes in Krystallen ausgeschieden hatte. Früher erstarrten alle Gemengtheile zu einem grosskrystallinischen Aggregat, das heisst nach der Sprache der neuern Experimente: die Erstarrung fand langsam von dünnflüssigem Zustand aus statt; jetzt erstarrt Alles, was sich nicht schon vorher in isolirten vollflächigen Krystallen ausgeschieden hatte, zu einem mikrokrystallinischen, felsitischen Aggregat, das heisst: die Erstarrung an der Erdoberfläche begann bei zähflüssigem Zustande und fand schnell statt. Contactwirkungen des Adamello-Granitits sind nicht bekannt; doch müssen sie nach allen Analogien bedeutend gewesen sein. Diejenigen des Quarzporphyrs am Thonglimmerschiefer sind kaum zu bemerken. Auch der Masse des Materials nach waren die einzelnen Eruptionen des Quarzporphyrs denen des Granits wahrscheinlich sehr untergeordnet. Kurz, Granit und Quarzporphyr zeigen bei dem deutlichen Hinweis auf Einen gemeinsamen Ursprung nur solche Unterschiede, welche aus der Verschiedenheit der Eruptionsperioden von selbst mit Nothwendigkeit hervorgehen.

So klar diese Beziehungen sind, so wenig lässt sich nach unserer im petrographischen Theil gegebenen Zusammenstellung ein bestimmendes Gesetz in der Reihenfolge der Eruptionen des Quarzporphyrs erkennen. Allerdings sind die ersten Eruptivmassen desselben sehr reich an Quarz und Orthoklas, während die quarzarmen oligoklasführenden Porphyre dem Ende der Eruptionsperiode angehören; allein gerade das jüngste Glied, der Castelrutter Porphyr, ist wieder eins der sauersten Gemenge und auch in der ganzen Zwischenreihe ist keine Gesetzmässigkeit zu erkennen.

Wenden wir uns zu den Eruptivgesteinen der zweiten Hälfte der Triasperiode, so müssen wir sie sämmtlich vom geologischen Gesichtspunkt als Glieder der porphyrischen Gesteinsreihe betrachten, so sehr sich auch manche unter ihnen von dem petrographischen Charakter derselben entfernen. Zuerst ist eine lange Periode der Ruhe, welche fast die ganze Zeit der Ablagerung des deutschen Buntsandsteins und Muschelkalkes umfasst. Dann erst brachen, mit mächtigen Oberflächenänderungen verbunden, neue Massen hervor, und zwar in den früheren Eruptionskanälen. Genau den Forderungen unserer früheren Theorie über die Aufeinanderfolge der aus demselben Kanal ausströmenden Eruptionsmassen entsprechend, fehlen mehrere Zwischenglieder, welche ohne jene lange Unterbrechung dem Quarzporphyr hätten folgen

müssen. An ihrer Stelle erscheinen sogleich die basischesten aller bekannten Gemenge mit den Augitporphyren.

Von jetzt an sind in den Producten der eruptiven Thätigkeit deutlich zwei Gesteinsreihen zu erkennen, welche während der ganzen zweiten Hälfte der Triasperiode neben einander in räumlich getrennten, aber in einander greifenden Gebieten ausströmen, in gewissem Grade vergleichbar den zwei getrennten Heerden, wie sie Bunsen für die vulcanischen Eruptivgebilde Islands nachgewiesen hat. Die eine der Gesteinsreihen gehört dem Eruptionskessel von Fassa und dem ganzen Tuffplateau ausschliesslich an und ist durch die basischesten Gemenge bezeichnet, welche überhaupt bei Eruptivgesteinen vorkommen, indem dort nur typische Augitporphyre auftreten. Die andere erscheint an einzelnen Theilen der Ränder des vorigen Gebietes und concentrirt sich in dem Eruptionskessel von Predazzo. Ihre Ausbrüche beginnen später als die von Fassa, hören aber gleichzeitig mit diesen auf. Die ausströmenden Massen sind wesentlich kieselsäurereichere, welche mit Trisilicat- und Bisilicat-Feldspathen erstarren. Ihre Reihenfolge ist:

1. *Monzonsyenit.* 2. Mittelgesteine zwischen Monzonsyenit und Turmalin-Granit. 3. *Turmalin-Granit* (Orthoklas, Quarz, Turmalin).	Aus dem Eruptionscentrum von Predazzo aufsteigend.
4. *Augitporphyr,* zu Uralitporphyr umgewandelt (Augit, Labrador).	Oestlich vom Eruptionscentrum.
5. *Melaphyr* vom Mulatto und Val Sacina (Oligoklas und Hornblende; untergeordnet Labrador [?] und Augit).	Z. Th. im Eruptionscentrum wie 1, 2, 3, z. Th. westlich davon.
6. *Porphyrit* (Orthoklas und zuweilen Liebenerit in felsitischer Grundmasse). 7. *Syenitporphyr* (grosse Orthoklas-, zuweilen auch kleine Oligoklas-Krystalle in syenitartiger Grundmasse).	Untergeordnete Gänge in 1, 2, 3, 4, 5.

Ausserdem kommen noch die zahllosen Gänge von Augitporphyr und Melaphyr und von Mittelgliedern zwischen ihren Gemengen in Betracht, welche von Anfang bis zu Ende auftreten. Ihnen gehört auch die zu *Hypersthenit* erstarrte Augitporphyr-Masse an, welche Gänge im Monzonsyenit bildet.

Die räumliche Trennung dieser beiden während einer langen Periode gleichzeitig und neben einander ausströmenden Gesteinsreihen scheint ein wichtiges Moment zu ihrer Erklärung; es gibt sich dadurch eine gewisse Wechselwirkung zwischen beiden zu erkennen. Die eruptive Thätigkeit an dem einen Schauplatz erscheint gewissermassen als leitend für die der andern, ähnlich wie auf den Liparischen Inseln die Ausbrüche basischer Gesteinsmassen als die Veranlassung zu dem unmittelbar folgenden Hervorbrechen von Trachytporphyren erscheinen oder wie in Ungarn Hornblende-Trachyte die bedingenden Vorläufer des Trachytporphyrs und die Begleiter seiner ersten Eruptionen waren. In diesem Lande ist auch, wie in Süd-Tyrol, die räumliche Trennung vorhanden, während auf Lipari und auf Island, wo das nämliche Verhalten stattfindet, die Eruptivmassen der verschiedenen Heerde unmittelbar in einander greifen.

Verfolgen wir, um die Wechselbeziehungen der zwei räumlich getrennten Gesteinsreihen in Süd-Tyrol zu erkennen, die gesammte eruptive Thätigkeit dieses Gebietes während der zweiten Hälfte der Triasperiode in ihrer Entwickelung, so ist nach der langen Periode der Ruhe das erste Anzeichen der Aeusserung plutonischer Kräfte in den Conglomeraten gegeben, mit denen das System der Campiler Schichten und damit die ganze untere Trias schliesst. Ein so weit verbreitetes Zerstörungsgebilde, verbunden mit dem plötzlich ganz veränderten Niederschlag und dem ebenso plötzlichen Verschwinden der bisherigen Fauna, konnte nur das Werk der weit verbreiteten, heftigen und plötzlichen Wirkung plutonischer Kräfte sein. Die darauf folgenden Kalk- und Dolomitbildungen, mögen sie riffbauenden Korallen oder anderen Umständen ihre Entstehung verdanken, stehen wahrscheinlich schon im Zusammenhang mit den der

eruptiven Thätigkeit vorangehenden Gasexhalationen. Plötzlich werden diese massenhaften Absätze durch das gewaltige Ereigniss abgebrochen, dessen Wirkungen auf die Oberflächengestaltung wir oben ausführlicher erörtert haben. Es zeigten sich dieselben vorzüglich: 1) in einer Hebung des ganzen Landes und der Verringerung der Meeresbedeckung; 2) in der Bildung der grossen kraterartigen Eruptionskessel von Fassa und Predazzo mit wallartig ringsum erhobenen Rändern; 3) in der minder vollkommenen Bildung ähnlicher Eruptionskessel weiter gegen Norden, und 4) in der Zusammenfaltung der älteren Schichtgebilde auf dem Meeresgrund und dem angrenzenden Festland zu einem System von Westnordwest nach Ostsüdost streichender Höhenzüge. Gleichzeitig mit diesem Ereigniss oder unmittelbar nachher geschahen die ersten Eruptionen des Augitporphyrs, und zwar im Eruptionskessel des Fassa-Thales; denn hier liegen Eruptivtuffe unmittelbar auf Mendola-Dolomit, während dem letzteren in dem gesammten nördlichen Theil des damaligen Meeresbodens die Buchensteiner und Wenger Schichten auflagern. Diese beiden Sedimente aber sind entschieden halbvulcanischen Ursprungs, indem aus der Ferne herbeigeschwemmtes feinvertheiltes Tuffmaterial und die Bestandtheile von Quellen zu ihrer Bildung verwandt wurden. Die ausserordentliche Anhäufung von Kieselsäure in den Buchensteiner Schichten, ihre Wechsellagerung mit feinerdigen, ebenfalls verkieselten, die *Halobia Lommeli* führenden Zwischenschichten und die spätere Alleinherrschaft der letzteren deuten entschieden darauf hin. Erst nach dieser Periode brachen dieselben Eruptivgesteine auch ausserhalb des Centralheerdes von Fassa hervor. Denn in demjenigen Theil des Meeresbodens, welcher nördlich von demselben gelegen ist, liessen sich Eruptivtuffe und stromartig ausgebreitete Augitporphyr-Massen erst über den Buchensteiner Kalken nachweisen. Es scheint, dass die Eruptionen am Vilnösser Joch, bei Campil, bei Wengen, bei der Costa-Mühle, bei St. Cassian und Colfosco, am Grödner Jöchl, Gäns-Alpl u. s. w., dazu auch der Lagergang der Seisser Alpe das Werk einer sehr kurzen Periode waren. Die meisten von ihnen scheinen gleichzeitig gewesen zu sein; indess deutet die Wiederholung der Eruptivtuffe bei Colfosco in zwei verschiedenen, wenngleich dicht benachbarten, Niveaux darauf hin, dass die Eruptionen in diesem nördlichen Gebiet nicht momentan geschahen, um für immer geschlossen zu sein. Je näher dem centralen Kessel, desto häufiger scheinen Wiederholungen stattgefunden zu haben, und in diesem selbst wiederholten sie sich auch noch weiterhin. Ob während der Eruptionen im Norden diejenigen im Centralheerd unterbrochen wurden, dürfte sich kaum entscheiden lassen. Dass sie aber nachher noch lange fortdauerten, wird durch die oben beschriebenen Lagerungsverhältnisse mit Sicherheit erwiesen.

So erscheint die eruptive Thätigkeit im Fassa-Thal als die eigentlich normale Fortsetzung der Ausbrüche des Quarzporphyrs. Die petrographische Lücke zwischen beiden entspricht der Lücke in der Zeit zwischen den beiden Eruptionsperioden und erklärt sich durch sie von selbst. Es ist die gesetzmässigste Aufeinanderfolge, wie man sie nach den aus anderweitigen Beobachtungen gewonnenen Regeln erwarten müsste.

Ganz anders im Eruptionskessel von Predazzo. Die oben genannte Gesteinsreihe weist Glieder nach, welche die verschiedenste Stellung in der Reihe der möglichen chemischen Gemenge haben, und die Aufeinanderfolge, in der sie an die Oberfläche traten, bezeichnet für jedes von ihnen eine Ausnahmsstellung. Aber auch abgesehen davon zeugt die mineralische Ausbildung gerade der sauersten Gemenge, sowie die weitgreifenden Contactwirkungen, welche einzelne unter ihnen ausgeübt haben, von einer Höhe der Temperatur der Eruptionsmassen, wie sie nicht mehr zu den gesetzmässigen Erscheinungen in dieser Periode gehört. Rechnen wir hinzu, dass das Gebiet dieser mit den gewöhnlichen Gesetzen nicht mehr zu vereinigenden Erscheinungen auch räumlich eng begrenzt ist und, mit Ausnahme des Monzoni, dem eigenthümlichen ringförmigen Kessel mit einem höchstens zwei Meilen weiten Durchmesser angehört, dass ferner

dieser engbegrenzte Schauplatz mitten im Gebiet des früher emporgestiegenen Quarzporphyrs liegt und unmittelbar an den weit bestimmter ausgesprochenen untermeerischen Eruptionskessel von Fassa grenzt, dass endlich die ganze Reihe der Ausbrüche bei Predazzo, so viel sich darüber feststellen lässt, mitten in die Periode der intensivsten vulcanischen Thätigkeit in jenem benachbarten Kessel hineinfällt, so ist es wohl klar, dass man es hier nur mit einer Reihe secundärer Erscheinungen zu thun hat und dass die eruptive Thätigkeit von Predazzo derjenigen von Fassa untergeordnet ist. Betrachtet man das Gebiet des Fassa-Thales mit seinen ringförmig erhobenen Wällen von älterer Trias und seinem tiefen Einbruch in der Mitte als einen Krater von ungeheueren Dimensionen, so kann man die Eruptivgesteine von Predazzo den vom Kraterrande entfernteren Lavaausbrüchen vergleichen, deren Material oft so weit von dem des Hauptvulcans verschieden ist. Aber so klar auch diese Analogie ist, ist doch die genannte Erscheinung der Jetztzeit noch nicht erklärt und sie vermag daher noch viel weniger, das Verhältniss der Gesteine von Predazzo genau aufzuklären. Unterirdische innige Vermengungen zweier geschmolzener Gemenge zu einem homogenen Ganzen, welches dann zu einem Zwischengestein erstarrt, wie man so häufig zur genetischen Erklärung mancher Gesteine angenommen hat, sind wegen der Zähigkeit der Flüssigkeiten, der Nothwendigkeit einer gleichzeitigen und lange andauernden Bewegung beider und einer Reihe von anderen Umständen sehr schwierig zu erklären, und wenn auch derartigen Vorgängen nicht alles Eingreifen in die Modificirung der Gesteine abgesprochen werden kann, so sind sie doch gewiss nur in sehr seltenen Fällen anzunehmen. Für unsern Fall, wo in unmittelbarer Nachbarschaft Augitporphyr hervorbrach, der auf seinem Wege an die Erdoberfläche erst eine so lange Reihe saurerer Gemenge durchdringen musste, wären die Bedingungen zu jener Annahme im vollsten Masse gegeben; allein sie bleibt dennoch eine willkürliche. Am wahrscheinlichsten bleibt es, dass in der Nähe des vulcanischen Heerdes tief unter der Oberfläche Massen umgeschmolzen wurden, welche schon halb oder ganz erstarrt waren, und durch ein Zusammentreffen besonderer Umstände ein zweiter, seitlicher Ausflusskanal für sie gebildet wurde, der bei Predazzo mündete. Allerdings begegnen wir auch bei dieser Erklärung einer grossen Schwierigkeit; sie liegt in der hohen Temperatur, zu welcher die Syenitmasse erhitzt werden musste, um so ausserordentliche Contactwirkungen auszuüben und selbst grosskrystallinisch zu erstarren, einer Temperatur, welche diejenige der Wärmequelle, des Augitporphyrs, weit übersteigen musste. Allein es finden sich in den Gegenden jüngster vulcanischer Thätigkeit vollkommen analoge Erscheinungen. In den Lavaströmen der miocänen Vulcane von Tokay fand ich Trachytporphyre mit rund geschmolzenen Quarzkrystallen; zum Theil sind letztere ganz aufgelöst und das kieselsäurereiche Gemenge hat alle Anzeichen von dünnem Fluss, während das leitende Eruptivgestein der Gegend, ein Hornblende-Trachyt, niemals die Spuren einer besonders hohen Temperatur trägt. Wie hier, so muss sich auch bei Predazzo eine Reihe von Umständen vereinigt haben, um in unterirdischen Räumen eine höhere Temperatur hervorzubringen, als das leitende Eruptivgestein besass.

Indess mit unseren gegenwärtigen Kenntnissen über die Genesis der Eruptivgesteine lassen sich zur Erklärung derartiger Ausnahmserscheinungen, wie Predazzo sie bietet, nur Vermuthungen aufstellen. Der nächsten Zeit bleibt es vorbehalten, den Spuren, welche insbesondere die Analogie mit Erscheinungen der Jetztzeit bietet, nachzugehen, durch strengere Beweisführung die Ausnahmen als scheinbare darzustellen und das Gesetz in seiner reinen, ursprünglichen Form als unveränderlich zu erweisen. Wir weisen noch einmal darauf zurück, dass für die Gesteine der porphyrischen Reihe in Süd-Tyrol in allgemeinen Zügen dasselbe Gesetz gilt, welches sich für alle anderen Gegenden nachweisen lässt, und dass alle Erscheinungen, welche sich darauf nicht zurückführen lassen, auf ein kleines Gebiet zusammengedrängt sind, welches schon an und für sich gewissermassen eine Ausnahmsstellung einnimmt.

Die eruptive Thätigkeit ruht nun durch die Jura-, Kreide- und Eocänperiode, um in der Miocänzeit in eine neue Phase zu treten. Zu den Eruptivgesteinen dieser dritten Periode gehören die Trachyte und Trachytporphyre der Euganeen und die Basalte des Vicentinischen und der Umgebung des Garda-See's. Wie schon die Gesteine der zweiten Reihe in ihrer örtlichen Vertheilung nicht genau denen der ersten folgten, wol aber in einer deutlich erkennbaren Beziehung zu ihnen stehen, so folgen auch die der dritten Reihe keinem der früheren Wege, sondern brechen in einem südlich davon gelegenen, selbstständig abgesonderten Gebiet hervor; aber dieses greift in die früheren ein und zeigt sich als innig damit zusammenhängend. Die Gesteine dieser Periode entsprechen den allgemeinen Gesetzen auf das Genaueste. Es erscheinen zuerst die Trachyte des Vicentinischen und mit ihnen in Zusammenhang kleine Massen von Trachytporphyren, aber, wie es scheint, etwas später und nur als ein rein vulcanisches Product in Form von Lavaergüssen. Erst später treten die Basalte auf, an Masse bedeutend überwiegend. In den Trachytporphyren haben wir die längst unterirdisch halb erstarrte und durch vulcanische Processe umgeschmolzene Masse vor uns, welche einst in der ersten Periode den Granit der drei grossen Gebirgsstöcke gebildet hatte, in der zweiten aber wegen vorgeschrittener Abkühlung zu Quarzporphyr erstarrt war. In den Trachyten der Euganeen scheint eine grössere Reihe von chemischen Gemengen mit sehr verschiedenem Kieselsäuregehalt vertreten. Im Wesentlichen aber dürften sie die Nachfolger der Diorite der ersten und der Melaphyre der zweiten Periode sein, bis wir endlich im Basalt den unzweifelhaften Stellvertreter des Augitporphyrs treffen, beide in der chemischen Zusammensetzung auf das Genaueste mit einander übereinstimmend und auch in ihrer petrographischen Ausbildung ungleich näher verwandt als irgend welche Gesteine von höherem Kieselsäuregehalt. Am grössten ist die Verschiedenheit nach dieser Richtung bei den sauersten Gesteinen; denn während man den Augitporphyr von Fassa und die Basalte von Recoaro und dem Monte Baldo oft verwechselt und sogar mit einander vereinigt hat, haben die Perlsteine der Euganeen und der Granitit der Cima d'Asta nicht die geringste petrographische Aehnlichkeit. Hier bewähren sich also die Gesetze der Gesteinslehre auf das Genaueste, nirgends begegnen wir einem Ausnahmsfall.

3. Entwickelung in der Geotektonik der eruptiven Thätigkeit in Süd-Tyrol.

In wie fern die granitischen Eruptionen der ältesten Zeiten einen Einfluss auf die äussere Gestaltung ihrer Umgebung ausgeübt haben, lässt sich kaum noch mit einiger Sicherheit festsetzen. Die drei grossen Granititmassive von Brixen, dem Adamello und der Cima d'Asta bilden eine geschlossene Gruppe von Eruptivmassen, mit deren hohem Emporsteigen eine Erhebung des ganzen zwischenliegenden Gebietes verbunden war. Darum reichen die Sedimente der nächsten Zeit von Osten her nur bis Innichen, wo dieses Plateau anfängt, und die Verrucano-Gesteine von Westen her nur bis zum Adamello. Erst bei der tieferen Versenkung in das Meer während der Triasperiode konnte auch das Gebiet zwischen den drei Gebirgen mit Sedimenten bedeckt werden.

Der Quarzporphyr drang aus Spalten hervor, welche von Nordwest nach Südost gerichtet gewesen zu sein scheinen, und bedeckte den grössten Theil des Plateau's zwischen den drei Granititmassiven; doch scheint auch die Richtung Südwest-Nordost bei ihm eine Rolle zu spielen.

Charakteristisch hinsichtlich der Geotektonik werden aber erst die Eruptionen des Augitporphyrs. Schon im Vorigen hatten wir mehrfach Gelegenheit, auf die kraterartige Gestalt des Eruptionskessels von Fassa hinzuweisen, und wenn wir nun damit die Folgerungen vergleichen, welche **Piazzi Smyth** aus den Mondvulcanen auf die Erdvulcane früherer Perioden zieht, so findet sich hier eine auffallende Bestätigung der Ansichten des englischen Astronomen. In der That kann es kaum eine vollständigere

Kraterbildung geben, als wenn, wie im Fassa, nach einer langen Periode ungestörter und mächtiger Niederschläge das ganze neugebildete Schichtensystem plötzlich in Gestalt eines ringförmigen Walles erhoben wird, während gleichzeitig die Mitte tief einsinkt, und wenn dann in unmittelbarer Folge Eruptionen im Centrum und an den Seiten beginnen, die sich fort und fort wiederholen. Die Dimensionen dieses Kraters waren allerdings ungleich bedeutender, als die unserer heutigen Vulcane; denn der Durchmesser beträgt gegen 1½ Meilen. Die Höhe des ringförmigen Walles ist unbedeutend und die Böschung nach aussen sehr gering. Weit steiler ist die Neigung der Innenwände und die ausserordentliche Tiefe des Kessels in seinem mittleren Theil lässt sich nicht einmal annähernd schätzen. Die Höhe der Wände ist im Norden, Westen und Süden ungefähr gleich; sie ragten in diesen Richtungen, wie ich oben zu zeigen suchte, zur Zeit der Thätigkeit über die Oberfläche des Meeres hinaus, während die östliche Wand, nach innen die steilste, niedriger war und vom Meer überfluthet wurde. Ueber ihr fand die Verbindung mit jenen zahlreichen anderen kraterförmigen Kesseln statt, welche sich in geringerer Vollkommenheit östlich und nordöstlich nachweisen lassen.

So vereinigten sich damals alle Umstände, um im oberen Fassa-Thal eine eruptive Thätigkeit zu schaffen, welche in der Art ihrer Aeusserung vollkommen der Thätigkeit unserer heutigen untermeerischen Vulcane entspricht. Es ist dies wol eines der frühesten derartigen Beispiele in der Geschichte der Erde.

Ueber die Art, in welcher die Trachyte der Euganeen auftreten, ist wenig bekannt; meines Wissens wurden bisher keine Kratere beobachtet, aus denen die Trachytporphyr-Laven stammen; doch ist es kaum zu bezweifeln, dass man sie noch finden wird. Es wäre dann in ihnen ein weiteres Glied geotektonischer Entwickelung nach den Vorläufern im Fassa-Thal gegeben.

Zu ungleich weittragenderen Resultaten als dieser Gesichtspunkt führt die Betrachtung des geotektonischen Auftretens, wenn man das Verhältniss zur weiteren Umgebung berücksichtigt. Zunächst ist es eine in hohem Grade auffallende Erscheinung, dass die drei so weit entfernten Perioden angehörenden Gruppen von Eruptivmassen in dem Einen Winkel zusammengedrängt sind und weithin nicht wieder vorkommen. Jedesmal eröffneten sich ganz neue Ausflusskanäle in einer besonders abgegrenzten Gegend und doch müssen sie durch ein tiefer liegendes gemeinsames Band verbunden sein, um so innig in einander zu greifen. In welch' anderem Umstande aber könnte der Grund der aller zeitlichen Trennung trotzenden Verbindung liegen, als in jener merkwürdigen Gestalt des Hauptstammes der Central-Alpen, von welcher wir bei der physikalischen Beschreibung unseres Gebietes ausgingen? Es liesse sich leicht nachweisen, wie jedes einzelne Eruptivgestein in seiner Gesammtanordnung, in der Richtung seiner Ausbruchsspalten, in den Faltungen und Verwerfungen, welche mit den ihrer Eruption folgenden Hebungen und Senkungen verbunden waren, und in jedem der Beobachtung zugänglichen geotektonischen Umstand in einer leicht erkennbaren Beziehung zu dem Verlauf der beiden mächtigen Stämme des Urgebirges steht, welche als Adamello-Ortler-Zug und als die Kette der Zillerthaler Alpen in dem Gewirr der Stubbayer und Oetzthaler Ferner zusammenstossen. In dem frühen Ereigniss, welches den eigenthümlichen einspringenden Winkel in der Südgrenze der krystallinischen Central-Alpen bewirkte, war daher die ganze Entwickelungsgeschichte dieses Theils der Süd-Alpen vorbereitet. Wie in erster Folge die Granitite von Brixen, dem Adamello und der Cima d'Asta im Innern des einspringenden Winkels hervorbrachen, so blieb auch für spätere Aeusserungen plutonischer Kräfte hier der Ort des geringsten Widerstandes.

Blicken wir endlich, um uns von unserer abgesonderten Gegend wieder dem Allgemeineren zuzuwenden, auf jene Anordnung aller zusammenhängenderen Eruptivmassen in dem Zug der Alpen und Karpathen zurück, auf welche wir bereits in der Einleitung hinwiesen, auf jene Gliederung von vier geson-

derten Eruptionsgebieten, welche den vier einspringenden Winkeln im Verlauf der Südgrenze der centralen Alpen und Karpathen entsprechen, so ergibt sich zwischen ihnen eine auffallende Analogie. Nicht nur theilen sie alle mit Süd-Tyrol die Eigenschaft einer völlig gleichen Gestalt der krystallinischen Umgrenzungsmauern und das zeitweilige Hervorbrechen von Eruptivmassen in verschiedenen Perioden, sondern die Aehnlichkeit erstreckt sich bis auf die Gesteine selbst. Süd-Tyrol ist unter allen vier Gebieten in seinen Eruptivgesteinen am reichsten gegliedert, sie sind hier auf den kleinsten Raum zusammengedrängt und zeigen alle Verhältnisse am deutlichsten. Das westlichste der vier Eruptionsgebiete ist die Umgebung des Luganer See's. Granitische Eruptionen sind von hier mehrfach bekannt, aber kein Gestein gleicht dem des Adamello und sie scheinen sämmtlich älter zu sein. In der Triasperiode hingegen herrscht die vollkommenste Analogie mit der Umgegend von Predazzo, St. Cassian und der Seisser Alpe. Die Ausbrüche werden am Anfang derselben mit Quarzporphyr, wie in Süd-Tyrol, eröffnet und erst während der Periode der oberen Trias folgen Augitporphyre und verwandte Gesteine. In beiden Gegenden entsprechen sich die Verhältnisse der porphyrischen Gesteine vollkommen; aber es fehlen am Luganer See die Gesteine der dritten Periode. — Im nordwestlichen Ungarn ist Alles auf grosse Räume ausgebreitet, die vielfachen Durchsetzungen und Knotenpunkte beider Hauptrichtungen erschweren die Beobachtung und die weitverbreiteten jüngeren Formationen haben viel von den älteren Gebirgen verdeckt. Man kennt hier mehrere Granitmassive, aber keiner entspricht dem Adamello-Granit; es sind andere Gesteine, die wiederum gesonderte Gruppen unter einander zu bilden scheinen. Wie innig aber dieses Eruptionsgebiet mit denen der eigentlichen Alpen verbunden ist, beweisen die porphyrischen Gesteine. Zwar kennt man von dort keinen Quarzporphyr und von allen übrigen Gesteinen der Reihe fand man bis jetzt nur Melaphyr, den die Herren Bergrath **Foetterle** und **Stur** in grosser Verbreitung nachwiesen. Aber dieses Gestein, so sehr es auch durch seine unvollkommene petrographische Ausbildung an die analogen Gesteine von Mitteldeutschland erinnert, erweist sich doch durch seine enge Verbindung mit Werfner Schichten und anderen Triasgesteinen zunächst geologisch als zu den Melaphyren von Süd-Tyrol gehörig; sie gehören mit ihm zu Einem grossen Eruptionsgebiet. Es würde zu weit führen, hier näher auf die Gesteine der trachytischen Reihe im nordwestlichen Ungarn einzugehen; die ausserordentliche Rolle, welche sie dort spielen, ist bekannt. In dem vierten Eruptionsgebiet herrschen sie an der Oberfläche allein; hier sind die älteren Gebilde am tiefsten unter die recenten Formationen versenkt und ihre Eruptivgesteine der Beobachtung unzugänglich.

Wir können hieraus endlich noch die letzte Folgerung ziehen, dass in der Periode der granitischen Gesteine die Eruptionsgebiete am meisten differenzirt waren und, wie die Granitite von Brixen, dem Adamello und der Cima d'Asta eine gesonderte Gruppe bilden, so das ganze Gebirge der Alpen und Karpathen in Bezug auf seine Granite in kleine Gebiete zerfällt, die vielfach in einander eingreifen und sich ebenso durch die Periode wie durch die Producte der Eruptionen von einander unterscheiden, — dass dagegen in der Periode der porphyrischen Gesteine die Alpen und Karpathen Ein grosses Eruptionsgebiet bildeten, welches sich von dem mitteldeutschen insbesondere durch die spätere Eröffnung seiner Ausbrüche und durch die tiefere Basicität seines Endgliedes auszeichnet, — dass endlich in der Periode der trachytischen Gesteine die Alpen und Karpathen nur ein Theil eines ungleich ausgedehnteren Eruptionsgebietes waren, welches seine Grenze erst in Persien und in Frankreich hatte. Eigentlich umfassen die Grenzen des letzteren nicht die Alpen. Allein es scheint, dass, wie so oft die jüngeren Eruptivgesteine, wenn sie in grösseren Massen auftreten, durch ein älteres Gebirge von ihrer Richtung abgelenkt werden, so auch die Alpen bei der Aeusserung der Kräfte, welche die Ausbrüche in jenem ausgedehnten Gebiet verursachten, nicht ohne Einfluss waren, so dass an vereinzelten Stellen, wo, wie im südlichen Tyrol, der Widerstand am geringsten war, noch einzelne trachytische Vorposten gebildet werden konnten.

Aber wie auch immerhin die Grenzen der Eruptionsgebiete sich gestalten mochten, stets blieben, mit sehr wenigen untergeordneten Ausnahmen, jene vier charakteristischen einspringenden Winkel am Südrand der ausschliessliche Schauplatz der eruptiven Thätigkeit in den Alpen und Karpathen. Hier war es, wo stets wieder neue Massen mächtig gestaltend in die Geschichte der Umgegend eingriffen und jene Individualisirung schufen, welche dem Südrand der Alpen und Karpathen in den vier genannten Gegenden eigenthümlich ist.



Druck der Engelhard-Reyher'schen Hofbuchdruckerei in Gotha.

Cima di Vermin

25'

...ere Trias

...alk und ...chten

...tern ...chten

Obere Trias

20'

...wen

...wege

...nsstege

15'

...rn bezeich.

...ahe in Wie...

...n C. Hellfarth in Gotha

PROF

zu der geognostischen Ka

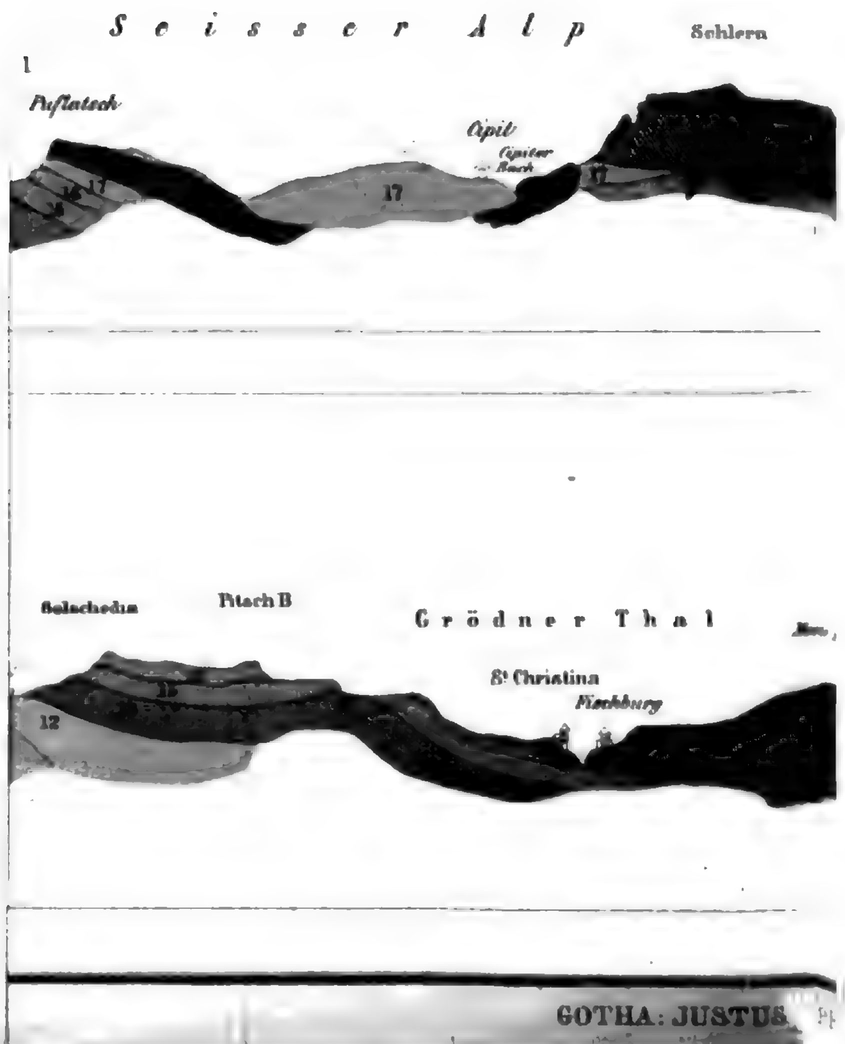
PREDAZZO, SANCT CASSI

in

SÜD_T

aufgenomm

Ferd. Frhr. v.



GOTHA: JUSTUS

·ILE

arte der Umgegend von
AN und der SEISSER ALPE

YROL

men von
. Richthofen.

S 35°W.

II.
N 4

Saltar

Tierser Thal

Tiers

12

Lang Kofl

te sopra

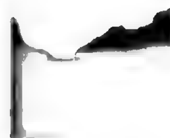
Fassa Thal

Rodela Berg

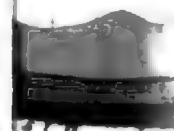
Campidello

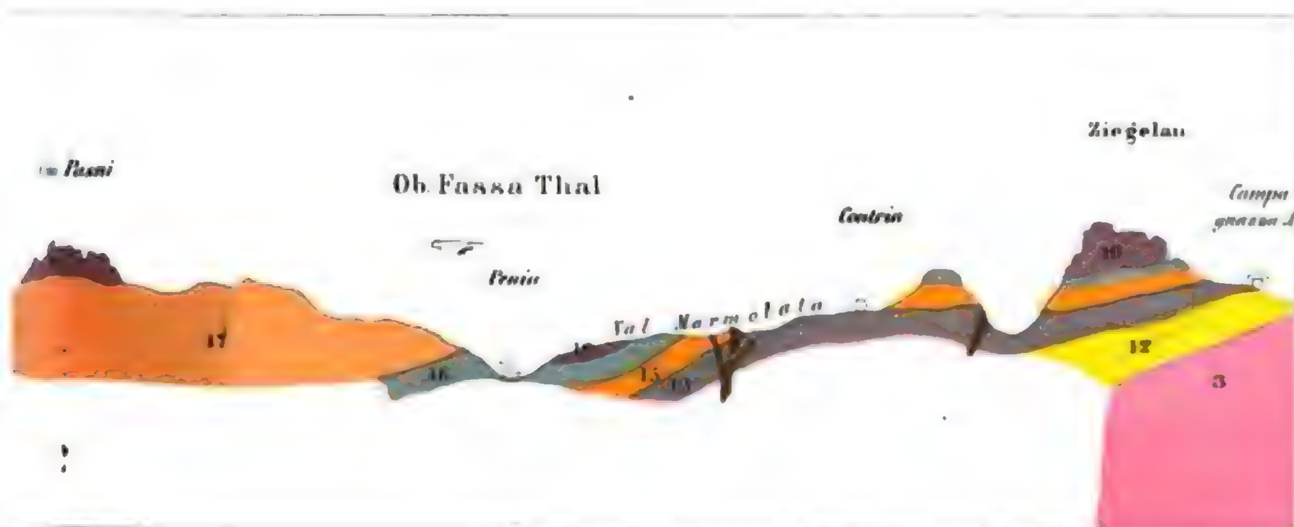
17

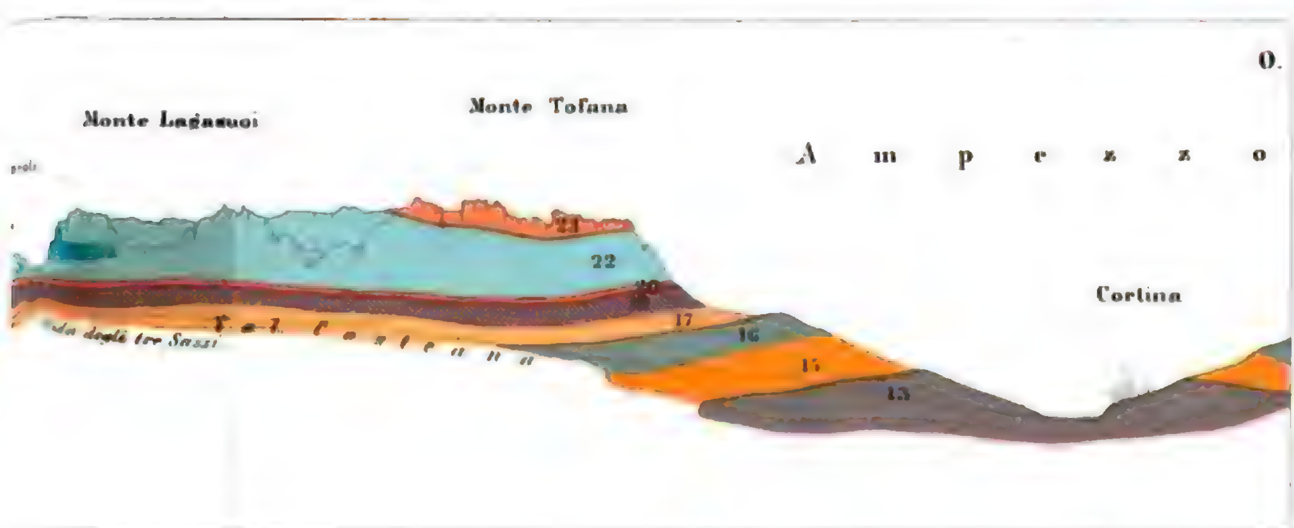
PERTHES 1859.

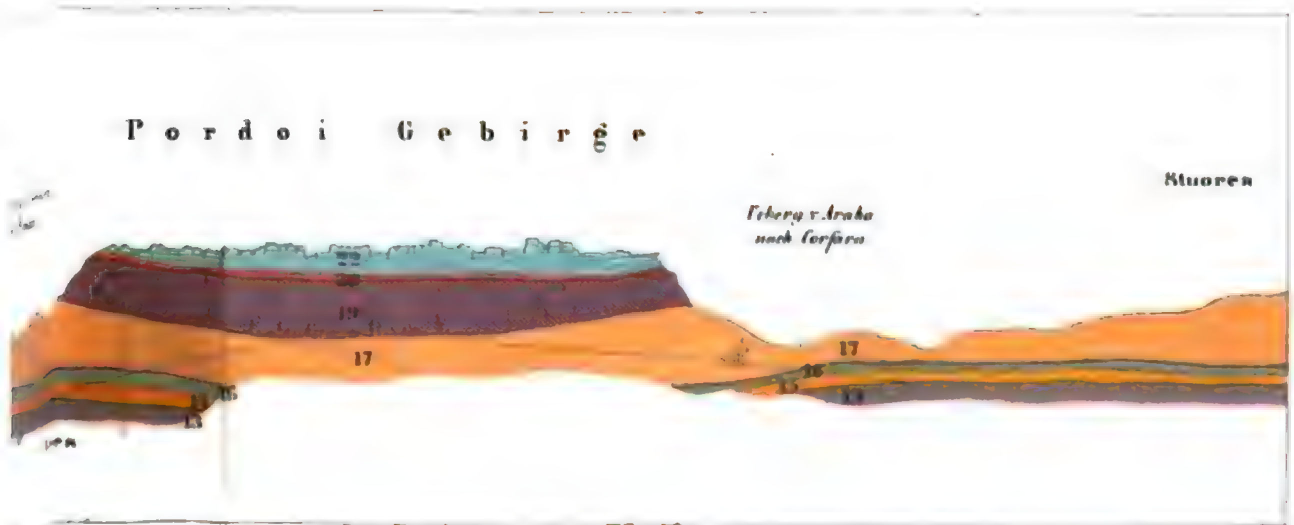

Cim


alparola
Str


rgang v Gröden
n Fassa
Gr







Lith. Anst. v. C. Hellfarth in Gotha.

a 1

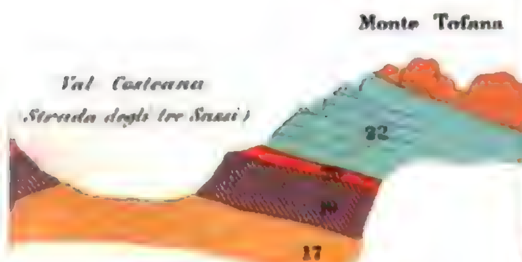




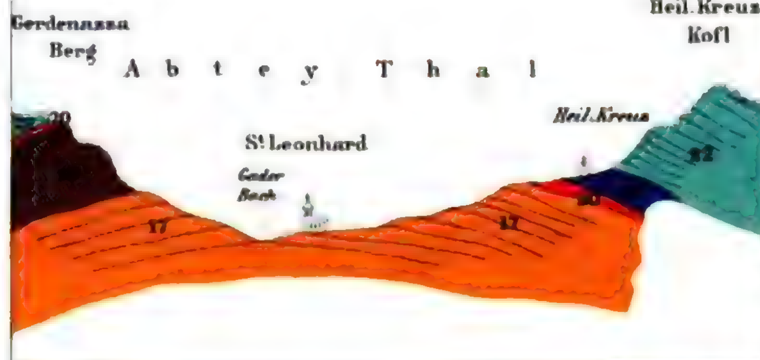




N 20° O.



VIII.
W.
O.



O.



X.
W 30° N.
O 30° S.



Lith. Anst. v. C. Hellfarth in Gotha

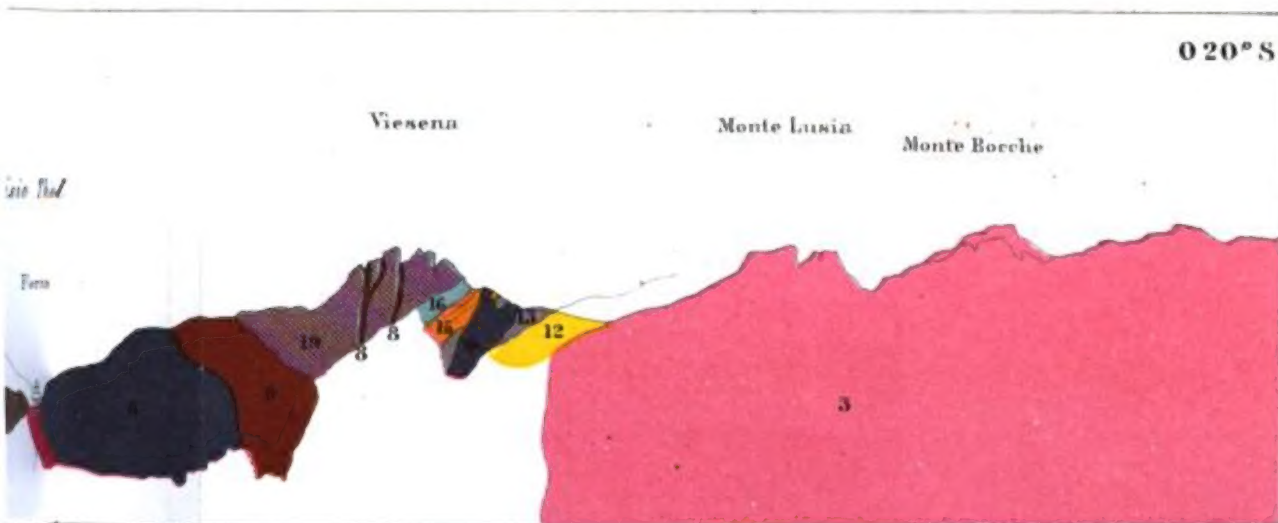
Avisio

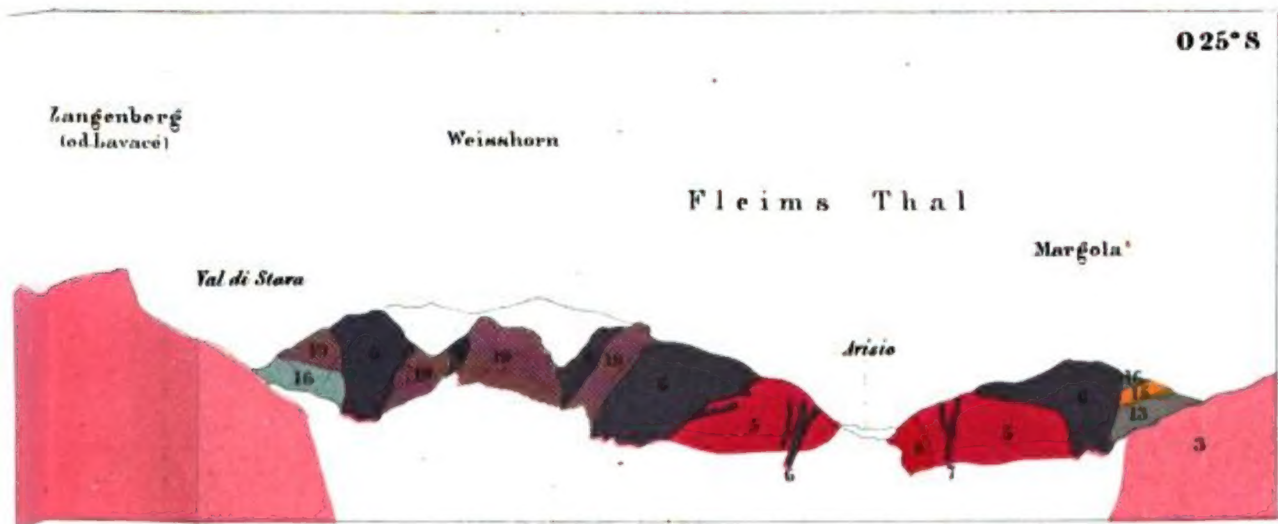
Fo

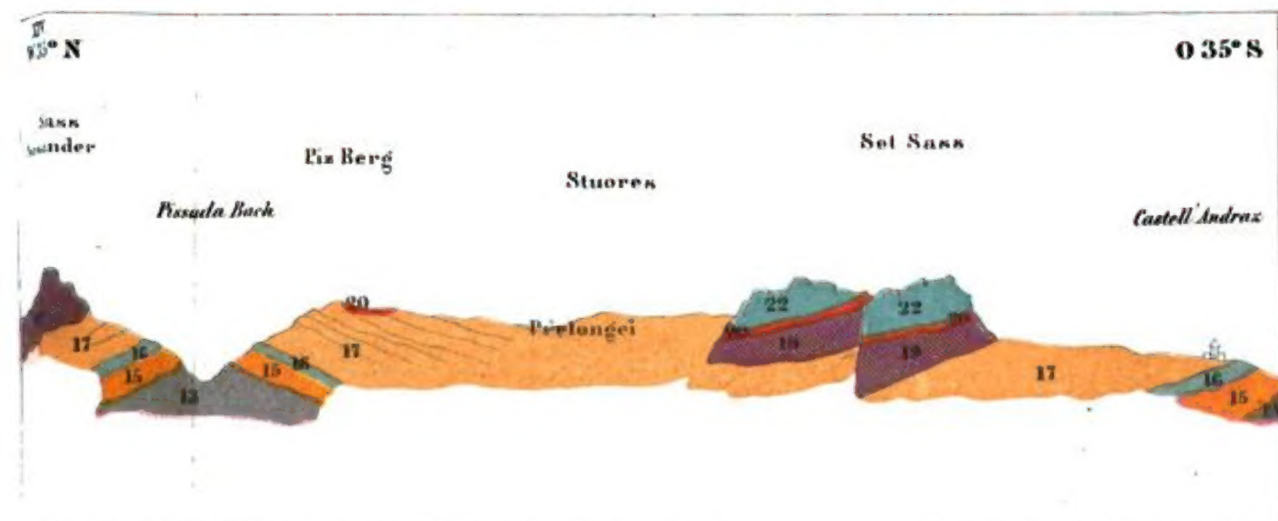
3

N

wand







Lith. Anst. v. C. Hellfarth in Gotha

